39473/B

COURS D'ÉTUDES
ENCYCLOPÉDIQUES.
TOME III.

COURS D'ÉTUDES
ENCYCLOPÉDIQUES,
RÉDIGÉ SUR UN PLAN NEUF,
CONTENANT:

1°. L'Histoire de l'origine et des progrès de toutes les Sciences, Belles-Lettres, Beaux-Arts, et Arts mécaniques;
2°. L'Analyse de leurs principes;
3°. Tous ces mêmes objets traités en détail.
Le tout d'après les meilleurs Auteurs, et les découvertes les plus récentes.

Avec un FRONTISPICE et un ATLAS de 64 planches ou tableaux.

Seconde édition revue, corrigée et *augmentée*, principalement d'une Table *raisonnée* des matières, et dans laquelle l'auteur a fait *disparaître les erreurs* ou *omissions* presque inséparables d'une aussi vaste entreprise.

Par FRANÇOIS PAGÈS.

TOME TROISIÈME.

A PARIS,

Chez ARTAUD, Libraire, Quai des Augustins, N°. 50.

AN VIII.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

SUITE DU SUPPLÉMENT
A L'ANALYSE ABRÉGÉE
DES CONNOISSANCES HUMAINES.

DES ARTS LIBÉRAUX.

De l'Éloquence.

L'ÉLOQUENCE est née avant les règles de la rhétorique, comme les langues se sont formées avant la grammaire. La nature rend les hommes éloquens dans les grands intérêts et dans les grandes passions. Quiconque est vivement ému, voit les choses d'un autre œil que les autres hommes; tout est pour lui objet de comparaison rapide et de métaphore. Sans qu'il y prenne garde, il anime tout, et fait passer dans ceux qui l'écoutent, une partie de son enthousiasme.

Les préceptes sont toujours venus après l'art. C'est la nature qui donne les premières règles.

Platon a eu raison de dire qu'un orateur devoit avoir la subtilité des dialecticiens et leur méthode rigoureuse, la science des philosophes, la diction presque des poètes, la voix et les gestes des plus grands acteurs. *Aristote* fit voir

ensuite que la véritable philosophie est le guide secret de l'esprit, dans tous les arts. Il creusa les sources de l'éloquence dans son livre de la *réthorique ;* il fit voir que la dialectique (1) est le fondement de l'art de persuader ; et qu'être éloquent, c'est savoir prouver : il distingua les trois genres, le *délibératif*, le *démonstratif*, et le *judiciaire*. Dans le premier, il s'agit d'exhorter ceux qui délibèrent, et de leur faire prendre un parti sur la paix, sur la guerre, sur l'administration publique, etc. ; dans le second, de faire voir ce qui est digne de louange et de blâme ; dans le troisième, de persuader, d'absoudre ou de condamner. On conçoit que ces trois genres rentrent souvent l'un dans l'autre.

Il traite ensuite des passions et des mœurs, que tout orateur doit connoître ; il examine quelles preuves on doit employer dans ces trois genres d'éloquence ; enfin il traite à fond de l'élocution, sans laquelle tout languit. Tous les préceptes d'Aristote respirent la justesse éclairée d'un philosophe, et la politesse d'un athénien. Il est à remarquer que la Grèce fût la seule contrée de la terre où l'on connût alors les lois de l'éloquence, parce que c'étoit la seule où la véritable éloquence existât. L'art grossier étoit chez tous les hommes ; des traits sublimes, de beaux mouvemens ont échappé

(1) Aussi Condillac disoit que l'éloquence consistoit sur-tout dans la liaison et la justesse des idées, et dans celle du plan.

par-tout, à la nature, dans tous les tems; mais remuer, électriser les esprits de toute une nation polie; plaire, convaincre et toucher à-la-fois, cela ne fut jusqu'alors donné qu'aux Grecs. Les Orientaux étoient presque tous esclaves: c'est un caractère de la servitude, de tout exagérer; ainsi, l'éloquence asiatique fut ampoulée et monstreuse. L'occident étoit barbare du tems d'Aristote. La véritable éloquence ne fut bien connue et perfectionnée dans Rome, qu'à l'époque où *Cicéron* parut. Cette éloquence périt avec la républipue, ainsi qu'avoit fait celle d'Athènes. Cicéron, après avoir donné les exemples dans ses immortelles harangues, donna les préceptes dans son livre de l'*Orateur*. Il suit presque toujours la méthode d'Aristote, et s'explique avec le style de Platon; il distingue le genre *simple*, le *tempéré*, et le *sublime*. Ces trois genres rentrent encore souvent l'un dans l'autre.

Comme la rhétorique a pour objet de tracer les routes qui mènent à l'éloquence, et que ces routes sont très-multipliées, nous allons nous étendre un peu sur cette science.

De la Rhéthorique.

La réthorique est l'art de s'exprimer d'une manière convenable. Elle rapporte tous les styles possibles, à trois principaux; le simple, le tempéré et le sublime.

Des parties de la Rhétorique.

On appèle *invention*, l'art de trouver des raisons propres à convaincre; *disposition*, l'art de rédiger ces raisons dans un ordre méthodique; *élocution*, l'art de leur donner une tournure saillante, de remuer les passions, de toucher les cœurs, et de faire usage des figures et des ornemens qui naissent du sujet même.

Des lieux oratoires intérieurs.

Les lieux oratoires, sont des espèces d'arsenaux qui fournissent à l'éloquence, les armes dont elle a besoin. Ils sont, ou *intérieurs*, qui naissent du fond même du sujet; ou *extérieurs*, qui, sans être absolument étrangers au sujet, n'y ont qu'un rapport indirect et peu marqué. Nous ne pouvons indiquer tous les lieux intérieurs; les principaux sont: la *définition*, l'*énumération des parties*, la *similitude*, la *différence*, et *les circonstances*.

La définition est un discours propre à faire concevoir une chose telle qu'elle est. L'art consiste à ne point omettre des traits essentiels, et à ne point placer des circonstances inutiles (1).

(1) Il y a une autre définition moins exacte et

L'énumération des parties consiste à parcourir toutes les circonstances qui conviennent à une chose, ou dans lesquelles une ou plusieurs choses se trouvent. En voici un exemple puisé dans l'oraison funèbre de la reine d'Angleterre, par Bossuet.

« Vous verrez, chrétiens, dans une seule » vie, toutes les extrémités des choses humai- » nes; la félicité sans bornes aussi bien que les » misères; une longue et paisible jouissance » d'une des plus belles couronnes de l'Uni- » vers; tout ce que peuvent donner de plus » glorieux la naissance et la grandeur, accu- » mulé sur une tête, qui ensuite est exposée » à tous les outrages de la fortune; la bonne » cause d'abord suivie de bons succès, et de- » puis, de retours soudains, de changemens » inouis; la rebellion long-tems retenue, à la » fin tout-à-fait maîtresse; nul frein à la li- » cence, les lois abolies, la majesté violée par » des attentats jusqu'alors inconnus; l'usurpa- » tion et la tyrannie, sous le nom de liberté; » une reine fugitive, qui ne trouve aucune » retraite dans trois royaumes, et à qui sa pro- » pre patrie n'est plus qu'un triste lieu d'exil; » neuf voyages sur mer entrepris malgré les » tempêtes, l'Océan étonné de se voir traversé » tant de fois en des appareils si divers; et

---

plus détaillée, qu'on appèle description; nous en parlerons en traitant des *figures*.

» pour des causes si différentes; un trône si » indignement renversé et si miraculeusement » rétabli ».

Observez que la *gradation* contribue beaucoup à la beauté, à la force d'une énumération. La gradation consiste à s'élever par degrés des circonstances d'un moindre intérêt, à celles qui sont plus frappantes. Voyez encore avec quel art Bossuet agrandit les objets sans s'écarter de la vérité, lorsqu'il dit *dans trois royaumes*, au lieu de dire *dans l'Angleterre*, parce qu'en effet, l'Angleterre est composée de trois royaumes.

La similitude est un rapport de convenance qui se trouve entre deux objets qu'on compare.

Exemple pris dans l'éloge de Descartes, par Thomas.

« Voilà les progrès que l'esprit humain a » fait pendant trente siècles. On remarque, » pendant cette longue révolution de tems, » cinq ou six hommes qui ont pensé et créé » des idées; et le reste du monde a travaillé » sur ces pensées, comme l'artisan, dans la » forge, travaille sur les métaux que lui four- » nit la mine ».

La différence ou dissimilitude, est la contrariété qui se rencontre dans les objets comparés, soit que l'on compare ensemble deux objets actuellement différens, soit que l'on

compare l'état présent d'un seul avec son état passé.

Exemple tiré de la tragédie de Brutus. Il pleure la décadence de la liberté romaine.

Quelle bassesse, ô ciel ! et quelle ignominie !
Voilà donc les soutiens de ma triste patrie !
Voilà vos successeurs, Horace, Décius,
Et toi, vengeur des lois, toi, mon sang, toi, Brutus.
Quels restes, justes dieux, de la grandeur romaine !

Des Circonstances.

Les circonstances exposent le véritable état des choses, les distinguent, les caractérisent. En voici un exemple :

Dans la mort de César, Antoine parle ainsi aux Romains, de ce héros.

Hélas ! si sa grande ame eut connu la vengeance,
Il vivroit ; et sa vie eut rempli nos souhaits.
Sur tous ses meurtriers il versa ses bienfaits :
Deux fois à Cassius il conserva la vie ;
Brutus !.. où suis-je ! ô ciel ! ô crime ! ô barbarie
Chers amis, je succombe, et mes sens interdits..
Brutus... son assassin... ce monstre étoit son fils.

Des lieux oratoires extérieurs.

On les appèle extérieurs, parce que ce sont des secours que l'orateur puise hors de son sujet. Tels sont pour l'orateur du barreau, les

lois, les coutumes, etc.; tels sont les traits de l'histoire, etc. Les autres lieux oratoires extérieurs, se réduisent à l'imitation, qui diffère du plagiat, en ce qu'elle orne, embellit, marque de son sceau particulier tout ce qu'elle emprunte.

Exemple d'une imitation.

David a dit, pseaume 36 :

« J'ai vu l'impie élevé comme les cèdres du » Liban; j'ai passé, il n'étoit déja plus : je n'ai » pas même trouvé la place où il étoit ».

Racine a dit dans sa tragédie d'Esther :

J'ai vu l'impie adoré sur la terre :
Pareil au cèdre, il cachoit dans les cieux
Son front audacieux :
Il sembloit à son gré gouverner le tonnerre,
Fouloit aux pieds ses ennemis vaincus :
Je n'ai fait que passer; il n'étoit déja plus.

De la disposition.

Il ne suffit pas de trouver, par le secours de l'invention, des raisons convaincantes et persuasives; il faut les faire ressortir, les fortifier, les rendre plus sensibles, par un arrangement plein d'un heureux artifice. C'est l'élégante construction des matériaux, qui fait la beauté d'un édifice; c'est la disposition bien ménagée de toutes les parties de l'oraison, qui forment un beau discours. Ici, comme dans toute espèce d'ouvrage, le plan est le premier mérite.

Ces parties de l'*oraison* ou du discours, sont l'*exorde* ou début, qui renferme la proposition; la *narration*, la *confirmation*, qui renferme la réfutation; et la *péroraison* ou conclusion.

L'*exorde* est au discours oratoire ce que la tête est au corps humain; c'est ce qu'il y a de plus apparent et de plus sensible; c'est ce que l'auditeur écoute le plus attentivement. C'est ce qui vous donne auprès de lui la faveur ou la défaveur. L'exorde, en général, doit être simple et modeste; mais il est des conjectures où un mouvement éclatant et impétueux produit un très-bon effet. Il y a donc deux sortes d'exordes, le *brusque* et le *tempéré*. Voici un exemple de l'exorde brusque. Cicéron commence ainsi sa première catilinaire:

« Jusqu'à quand enfin, Catilina, abuseras-» tu de notre patience? Jusqu'à quand ta har-» diesse effrénée bravera-t-elle notre ressen-» timent? etc. »

On peut regarder les premiers actes des pièces dramatiques, comme un exorde, puisqu'ils contiennent toujours l'exposition du sujet, et une préparation des mouvemens que l'auteur veut exciter.

La *narration* est une partie des plus brillantes du discours; c'est en même tems une des plus difficiles. Le talent de bien narrer l'art des développemens, est infiniment rare. Le style de la narration doit varier, selon les différens

sujets. On trouvera des récits admirables dans presque tous nos grands écrivains ; les bornes de cet ouvrage ne permettent pas d'en insérer ici des exemples.

De la Confirmation.

C'est ici le vaste champ où se déploient toutes les forces de l'orateur. C'est ici que la persuasion, par un charme invincible et tout puissant, brise tous les remparts qui s'opposent à son triomphe, et subjugue les cœurs les plus obstinés. Preuves accumulées, pensées frappantes, expressions fortes ou séduisantes, tout est mis en œuvre pour entraîner l'esprit des auditeurs, et dominer sur eux de toute la hauteur du génie et de l'éloquence. La réfutation est liée à la confirmation par un enchaînement nécessaire. On ne peut bien prouver une chose, sans détruire les objections qui s'élèvent contre elle.

De la Péroraison.

La péroraison ou conclusion du discours, est la véritable pierre-de-touche de l'orateur, de même que dans les pièces dramatiques, le dénouement est l'écueil ou le triomphe du poète. C'est dans la péroraison qu'il faut achever de forcer l'incrédulité et la prévention dans leurs derniers retranchemens. C'est ici que l'orateur doit rassembler, dans un cercle étroit,

tout ce que l'éloquence a de plus séduisant, ses mouvemens les plus pathétiques, ses figures les plus hardies, ses motifs les plus convaincans. La péroraison est une espèce de récapitulation, d'analyse de tout le discours, où l'on rassemble, sous un même point de vue, tout ce qui a été agité séparément et d'une manière plus étendue. Nous invitons nos lecteurs à lire les admirables péroraisons de Cicéron, les discours d'Agamemnon, de Clytemnestre et d'Iphigénie dans Racine, celui d'Antoine dans la mort de César, etc.

De l'Élocution et de ses parties.

L'élocution ou le style est la partie la plus essentielle de l'éloquence, de même que de la poésie; c'est elle qui donne aux autres parties du discours tout leur mérite et toutes leurs graces. La magie du style est la plus forte des séductions; c'est par le style, qu'un grand écrivain diffère d'un auteur médiocre; c'est par le style qu'il assure l'immortalité à ses écrits.

L'élocution consiste à orner de pensées nobles et d'expressions choisies, les raisons qu'on a disposées dans un ordre lumineux. Les moyens d'y parvenir, sont la pureté du langage, le nombre et l'harmonie des périodes, un choix heureux des mots, des images et des figures. Nous avons déja distingué trois sortes de style. Nous allons en donner une idée.

*

Du Style sublime.

Le style sublime peut naître de quatre sources; des images, des pensées, des sentimens et des paroles.

Du Sublime des images.

Toute image qui représente avec des couleurs vives et fortes un grand objet, une grande action, produit nécessairement le sublime. En voici un exemple :

L'air siffle, le ciel gronde, et l'onde au loin mûgit.

Du Sublime des pensées.

Les maximes fortes, hardies, élevées, vraies et noblement exprimées, forment cette espèce de sublime. En voici des exemples :

» Le premier qui fut roi, fut un soldat heureux.
» Qui sert bien son pays, n'a pas besoin d'ayeux.
» La honte fait le crime, et non par l'échafaud.

Sublime des sentimens.

Ce mot n'a pas besoin de définition. En voici un exemple, tiré de la tragédie de Brutus.

Approche, triste objet d'horreur et de tendresse!
Approche, cher appui qu'espéroit ma vieillesse!
Viens embrasser ton père, il t'a dû condamner;
Mais, s'il n'étoit Brutus, il t'alloit pardonner.

Sublime des paroles.

Le sublime des paroles est, ce qu'on appèle, le style sublime : c'est lui, qui, par la vivacité, l'énergie et la noblesse des expressions, répand un caractère sublime sur des images, des pensées, des sentimens, qui, par eux-mêmes, n'auroient rien de sublime, ou dont le sublime frapperoit moins. C'est par le style sublime que Mithridate paroît si grand dans ce tableau :

Ce roi, qui seul a durant quarante ans
Lassé tout ce que Rome eût de chefs importans,
Et qui, dans l'Orient balançant la fortune,
Vengeoit de tous les rois la querelle commune,
Meurt.

Mithridate ne s'exprime pas d'une manière moins sublime, quand il dit, en parlant de Rome,

Détruisons ses honneurs, et faisons disparoître
La honte de cent rois.

Il n'est pas nécessaire de citer des exemples du style simple, ni du style tempéré qui tient le milieu entre le style sublime et le style simple. Mais nous devons dire un mot du style *laconique*. Ce style a pris son nom des Lacédémoniens qui regardoient les ornemens du discours comme superflus, et qui préféroient des traits vifs et courts. Le laco-

nisme se rapporte aux trois genres, mais plus particulièrement au sublime. Il y a, en effet, beaucoup de dignité, une véritable grandeur et une mâle énergie dans cette abondante précision qui prodigue le sens, et compte les paroles. En voici des exemples :

Henri IV, encourageant ses soldats à la bataille d'Ivry, ne leur dit que ces mots :

Je suis votre roi ; vous êtes Français ; voilà l'ennemi ; marchons.

Dans l'Horace de Corneille, le vieil Horace, indigné de la lâcheté du seul fils qui lui reste, dit, avec douleur, à sa fille :

Pleurez le déshonneur de toute notre race,
Et l'opprobre éternel qu'il laisse au nom d'Horace.

JULIE.

Que vouliez-vous qu'il fît contre trois ?

HORACE.

Qu'il mourût.

Voici une fière et courte réponse de Brutus à César :

César, *en parlant de Pompée.*

Crois-tu, s'il eut vécu, que cette ame hautaine
Eût laissé respirer la liberté romaine ?
Ah ! sous un joug de fer il l'auroit accablé.
Qu'eût fait Brutus alors ?

BRUTUS.

Brutus l'eût immolé.

Des Figures.

Les figures sont des tours d'éloquence qui expriment avec plus de graces et de force, que le langage simple, les sentimens, les pensées, les mouvemens de l'ame. Nous ne donnerons point ici les figures sous les noms barbares de *chrie*, *catachrèse*, *métalepse*, *métonimie*, *onomatopée*, etc. et l'on n'y perdra rien.

De l'Antithèse.

C'est une des plus brillantes figures. Elle consiste dans un combat, un choc de pensées, d'expressions opposées les unes aux autres. En voici deux exemples :

ZAIRE, *à Nérestan.*

Seigneur, nous nous craignons, nous rougissons tous deux;
Je souhaite, et je crains de rencontrer vos yeux.

Dans le Poëme de la religion.

Ver impur de la terre, et roi de l'univers,
Riche et vuide de biens, libre et chargé de fers,
Je ne suis que mensonge, erreur, incertitude,
Et de la vérité je fais ma seule étude.
Tantôt le monde entier m'annonce à haute voix
Le maître que je cherche; et déja je le vois:
Tantôt le monde entier dans un profond silence
A mes regards errans n'est plus qu'un vuide immense.

De l'Apostrophe.

L'apostrophe est une figure par laquelle l'orateur coupe tout-à-coup son discours pour l'adresser à quelque personne présente ou absente, vivante ou morte, ou à quelque objet animé ou inanimé. En voici un exemple, tiré d'*Ezéchiel*, ch. 2.

O épée vengeresse, sors de ton fourreau pour briller aux yeux des coupables, et pour leur percer le cœur.

De la Concession.

C'est une figure par laquelle l'orateur accorde quelque chose, pour insister plus vivement sur ce qu'il ne veut pas accorder. Exemple :

Mentor *dans Télémaque*

La guerre est quelquefois nécessaire, j'en conviens ; mais c'est la honte du genre humain, qu'elle soit inévitable en certaines occasions.

De la Correction.

C'est une figure par laquelle l'orateur corrige ou feint de corriger la pensée ou les paroles qu'il vient de proférer, pour les adoucir, ou d'autrefois pour leur en substituer de plus fortes. Un exemple suffira. Il est tiré de la tragédie d'Andromaque.

Etrangère... que dis-je? esclave dans l'Épire.

De la Description.

Il y en a de quatre espèces ; on les nomme *démonstration*, *étopée*, *prosographie* et *topographie* : la première est la description d'une chose, la relation d'un événement, la peinture d'une tempête, d'une bataille, etc., etc ; la seconde est la peinture du caractère et des mœurs d'une personne ; la troisième est la peinture d'un objet considéré par rapport à ses qualités extérieures.

Exemple d'une démonstration.

Comme l'on voit les flots soulevés par l'orage
Fondre sur un vaisseau qui s'oppose à leur rage ;
Le vent avec fureur dans les voiles frémit ;
La mer blanchit d'écume, et l'air au loin gémit ;
Le matelot troublé, que son art abandonne,
Croit voir dans chaque flot la mort qui l'environne.

BOILEAU.

Il n'est pas besoin d'observer que *démontrer* signifie ici *faire voir*, *décrire*, et que cette démonstration n'a rien de commun que le nom, avec ce qu'on appèle démonstration en géométrie.

Ce qui contribue le plus sensiblement au mérite de cette espèce de description, c'est l'usage des sons imitatifs, c'est-à-dire des mots, ou des phrases, qui, par leur douceur ou leur dureté, par leur lenteur ou leur vîtesse, présentent l'image même, et l'expression imita-

tive de l'objet qu'on veut peindre. Ces vers de Boileau

Quatre bœufs attelés, d'un pas tranquille et lent,
Promenoient dans Paris le monarque indolent.

ont une marche pesante et vraiment figurative.

Exemple d'une étopée.

CARACTÈRE DE CROMWEL.

Un homme s'est rencontré d'une profondeur d'esprit incroyable : hypocrite raffiné, autant que politique habile, capable de tout entreprendre et de tout cacher, également actif et infatigable dans la paix et dans la guerre, qui ne laissoit rien à la fortune de ce qu'il pouvoit lui ôter par conseil et par prévoyance, d'ailleurs si vigilant et si prêt à tout, qu'il n'a jamais manqué aucune des occasions qu'elle lui a présentées ; enfin, un de ces esprits remuans et audacieux qui semblent être nés pour changer le monde.

Exemple de la prosographie.

PORTRAIT DE BOCCARIS MOURANT.

Je me souviendrai toute ma vie d'avoir vu cette tête qui nageoit dans le sang ; ces yeux fermés et éteints ; ce visage pâle et défiguré ; cette bouche entr'ouverte, qui sembloit vou-

loir encore achever des paroles commencées ; cet air superbe et menaçant que la mort même n'avoit pu effacer.

Pour exemples ou modèles d'une topogra-graphie, nous invitons nos lecteurs à se remettre sur-tout sous les yeux la description de la grotte de Calipso dans Télémaque, et celle du temple de l'amour dans la Henriade.

De l'Exclamation.

C'est une figure assez semblable à l'apostrophe. Même vivacité, même véhémence : en voici un exemple :

ANDROMAQUE.

O mânes d'un époux ! ô Troyens ! ô mon père !
O mon fils ! que tes jours coûtent cher à ta mère !

De l'Imprécation.

Le nom de cette figure contient sa définition : en voici un exemple ; Calypso vomit en ces termes de violentes imprécations contre Télémaque :

« Je conjure les puissances célestes de me » venger ; puisse-tu, au milieu des mers, sus- » pendu aux pointes d'un rocher, et frappé » de la foudre, invoquer envain Calypso que » ton supplice comblera de joie » !

De la Prosopopée.

C'est une figure noble, véhémente et hardie : elle donne de la vie aux êtres insensibles ; elle évoque les morts pour donner des leçons aux vivans ; quand elle est bien maniée, cette figure produit les plus grands effets. En voici un exemple, puisé dans l'oraison funèbre de la duchesse de Montausier, par Fléchier :

« Plût-à-Dieu que cette illustre morte pût » encore vous exhorter elle-même ! Elle vous » diroit : ne pleurez pas sur moi, etc. ».

De la Réticence.

C'est une figure mystérieuse, où, par un silence affecté, on dit plus qu'avec les expressions les plus fortes et les plus énergiques.

Exemple pris dans Phèdre.

C'est Aricie qui parle à Thésée prévenu contre Hyppolite, par les calomnies d'Œnone.

Prenez garde, seigneur ; vos invincibles mains
Ont de monstres sans nombre affranchi les humains :
Mais tout n'est pas détruit ; et vous en laissez vivre
Un... votre fils, seigneur, me défend de poursuivre.

De la Prétermission.

Par cette figure, l'orateur feint de passer sous silence des choses sur lesquelles il insiste

adroitement. Exemple, pris dans l'oraison funèbre de Turenne, par Fléchier.

« N'attendez pas, messieurs, que j'ouvre ici » une scène tragique ; que je représente ce » grand homme étendu sur ses propres tro- » phées; que je découvre ce corps pâle et san- » glant, auprès duquel fume encore la foudre » qui l'a frappé ; que je fasse crier son sang, » comme celui d'Abel, et que j'expose à vos » yeux les tristes images de la religion et de » la patrie éplorées ».

De la Sustentation.

Son objet est de suspendre un développement. Par cette figure, on tient l'esprit de l'auditeur en suspens, et l'on prolonge avec art son incertitude. En voici un exemple :

Madame Déshoulières à madame Dussé.

Quelqu'un qui n'est pas votre époux,
Et pour qui cependant (soit dit sans vous déplaire)
Vous sentez quelque chose, et de vif et de doux,
Me disoit l'autre jour de prendre un ton sévère
Pour... mais dans vos yeux je vois de la colère.
Ne grondez point, appaisez-vous ;
Ce quelqu'un, belle Iris, est votre illustre père.

Des figures de mots.

Il y en a de deux sortes ; l'une transporte les significations propres en significations étran-

gères, comme un *courage bouillant*, une *riante verdure* : on les appèle *tropes*. L'autre conserve la signification naturelle.

Les tropes principaux sont la *Métaphore*, l'*Allégorie*, l'*Hyperbole* et l'*Ironie*

De la Métaphore.

C'est un trope par lequel on tire un mot de sa signification propre, pour exprimer autre chose. En voici un exemple :

PHÈDRE, *à Œnone.*

Hyppolite aime, et je n'en puis douter.
.....
Ce tygre, que jamais je n'abordai sans crainte,
Soumis, apprivoisé, reconnoît un vainqueur.

De l'Allégorie.

L'allégorie n'est qu'une métaphore soutenue et continuée. La métaphore ne porte que sur un mot, et ne présente qu'une image ; l'allégorie étend, développe la métaphore, et accumule les images relatives au même objet, et dépendantes de la même métaphore.

EXEMPLES :

Mascaron.

C'est alors que les impies Salmonées osent imiter le tonnerre de Dieu, et répondre par les foudres de la terre aux foudres du ciel.

Fléchier.

Jamais il ne s'éleva sur son front serein aucun de ces nuages que forment le dégoût et la défiance.

De l'Hyperbole.

L'hyperbole est une figure par laquelle on exagère les choses, soit en bien, soit en mal, soit en augmentant, soit en diminuant. Comme cette figure est extrêmement hardie, elle a souvent besoin de quelque lénitif ou modification, tels que ceux-ci : *il semble que*, etc. ; *pour ainsi dire*, etc. ; *s'il est permis de parler ainsi*, etc. En voici un exemple pris dans une lettre de Voiture au cardinal de la Valette.

« Au sortir de table, le bruit des violons » fit monter tout le monde en haut, où l'on » trouva une chambre si bien éclairée, qu'il » sembloit que le jour qui n'étoit plus sur la » terre, s'y fût retiré tout entier ».

De l'Ironie.

C'est une figure piquante, souvent même pleine de fiel, qui, sous des paroles équivoques, cache un sens opposé à celui que ces paroles expriment. En voici un exemple tiré d'une lettre de Voiture au comte d'Avaux, plénipotentiaire du roi de France à Munster :

« A ce que je vois, vous autres plénipo-
» tentiaires, vous vous divertissez admirable-
» ment à Munster; il vous prend envie de
» rire une fois en six mois. Vous faites bien
» de prendre le tems, tandis que vous l'avez,
» et de jouir des douceurs de la vie, que la
» fortune vous donne. Vous êtes là comme
» rats en paille, dans les papiers jusqu'aux
» oreilles, toujours lisant, écrivant, corrigeant,
» proposant, conférant, haranguant, consul-
» tant dix ou douze heures par jour, dans
» de bonnes chaises à bras, bien à votre aise,
» tandis que nous autres, pauvres diables,
» sommes ici, marchant, jouant, causant,
» veillant, et tourmentant notre misérable
» vie ».

De l'Allusion.

C'est un certain jeu de mots qui flatte agréablement l'oreille et l'esprit. Exemple tiré d'une chanson de Rousseau.

Mon bonheur fut trop grand pour n'être qu'un mensonge,
Mais il dura trop peu pour une vérité.

De la Conjonction et de la Disjonction.

Ces deux figures produisent le même effet par des moyens contraires : l'une lie les parties par la particule conjonctive ; l'autre les sépare les unes des autres.

Exemple de conjonction. *Tragédie d'Esther.*

Quel carnage de toutes parts !
On égorge à-la-fois, les femmes, les vieillards,
Et la sœur, et le frère,
Et la fille, et la mère,
Le fils dans les bras de son père.

Exemple de disjonction.

Étrennes à la marquise du Châtelet, par Voltaire.

Une étrenne frivole à la docte Uranie,
Peut-on la présenter? oh! très-bien, j'en réponds.
Tout lui plaît, tout convient à son vaste génie,
Les livres, les bijoux, les compas, les pompons;
Les vers, les diamans, les biribis, l'optique,
L'algèbre, les soupers, le latin, les jupons;
L'opéra, les procès, le bal et la physique.

De la Périphrase.

C'est une figure dont l'objet est d'étendre et d'enrichir une idée simple.

Exemple : *pour dire qu'il a cinquante-huit ans, Boileau s'exprime ainsi :*

Mais aujourd'hui qu'enfin la vieillesse venue,
Sous mes faux cheveux blonds déja toute chenue,
A jeté sur ma tête, avec ses doigts pesans,
Onze lustres complets surchargés de trois ans.

De la Répétition.

C'est une figure qui consiste à répéter plusieurs fois les mêmes termes avec grace ou dignité.

EXEMPLE:

Le vieux Nestor, dans l'Odyssée, pleure le trépas d'Antiloque.

Là, gît le grand Ajax, et l'invincible Achille;
Là, de ses ans Patrocle a vu borner le cours;
Là, mon fils, mon cher fils a terminé ses jours.

FLÉCHIER; *oraison funèbre de madame d'Aiguillon.*

Moment fatal pour tant de pauvres dont elle étoit la protectrice et la mère! moment heureux pour elle, qui entroit en possession de l'éternité! moment triste, mais utile pour nous, si nous apprenons à vivre et mourir comme elle!

Voilà en raccourci ce que c'est que la rhétorique. Si l'on demande qui indiquera le choix du style et des figures, nous répondrons que c'est le goût, perfectionné par la lecture des grands modèles. C'est par cette lecture qu'on remarquera la nécessité de varier son style, suivant la nature des sujets qu'on traite. Ainsi le style de Brutus n'est pas celui de Zaïre.

L'éloquence brûlante de l'Héloïse n'est pas du même ton que celle du discours sur l'inégalité des conditions, etc. L'orateur ou le poète doivent tendre sans cesse, non-seulement à bien dire, mais encore à égaler, à surpasser ceux qui les ont précédés dans la carrière de l'éloquence ou de la poésie, à reculer enfin les bornes de leur art. Ceux qui voudront en approfondir les secrets, doivent sur-tout méditer le livre de Cicéron, *de l'Orateur*, le Traité du Sublime de Longin, l'ouvrage immortel de Quintilien sur l'Institution de l'Orateur, les poétiques de Boileau (1) et de Marmontel, les préfaces admirables de Corneille et de Voltaire, etc.

De la Poésie.

La poésie dédaigne tout ce qui est trivial. L'élévation, la grandeur, la finesse, la richesse des pensées, la profusion des ornemens, doivent y régner. Elle prend sur-tout dans l'épopée un caractère encore plus noble et plus hardi : tout y est animé, personifié, divinisé. *C'est l'Aurore qui ouvre les portes de l'Orient avec ses doigts de roses ; c'est un fleuve appuyé sur son urne penchante, qui dort au bruit flot-*

(1) Nous citons l'art poétique de Boileau plutôt que celui d'Horace, parce qu'il y règne un ordre, une poésie, qui le rendent bien supérieur à celui du poète romain.

teur de son onde ; ce sont des nayades qui se jouent dans leur palais de crystal, etc.

La poésie a différens noms, selon les sujets que le poète traite. On appèle poésie *lyrique*, celle des *odes* et des *poëmes* faits pour être chantés ; poésie *dramatique*, celle des *tragédies* et des *comédies ;* poésie *épique*, celle qui convient à l'*épopée ; burlesque*, celle qui traite les sujets d'une manière burlesque ; *morale*, celle qui traite des mœurs.

S'il est honteux de faire de mauvais vers, il ne l'est pas moins d'en ignorer les règles et les principes. Comme ils sont très-bornés, nous allons les détailler le plus clairement et le plus brièvement qu'il nous sera possible.

Il y a deux sortes de vers, le *féminin* et le *masculin*. On appèle vers féminins, ceux qui se terminent par un *e* muet, comme *muses*, *père*, etc. Cette règle est universelle, soit qu'il y ait une *s* après l'*e*, comme *muses*, *pères*, etc. soit qu'il y ait *nt*, comme *aiment*, *diffèrent*, etc.

Exemple de vers féminins.

Je chante ce héros qui régna sur la France,
Et par droit de conquête, et par droit de naissance.

Les vers féminins ont toujours une syllabe de plus que les masculins, à cause de l'*e* muet qui ne se prononce pas. Ainsi il y a treize syllabes dans les vers ci-dessus. Les vers mas-

culins sont ceux qui finissent de quelqu'autre manière que ce soit.

Exemple de vers masculins.

Descends du haut des cieux, auguste vérité.
Répands sur mes écrits ta force et ta clarté.

Il y a cinq sortes de vers dans la poésie, et nous appelons ici *sorte*, la différence des mesures; savoir : les vers *alexandrins* de douze syllabes, les vers de dix syllabes, les vers de huit, les vers de sept et les vers de six. On les fait quelquefois de trois syllabes, comme dans ce cas où Lafontaine fait parler le loup :

Il m'est arrivé de manger
Le berger.

De la Césure.

On appèle *césure* le repos qui coupe le vers en deux parties, de manière qu'on puisse s'arrêter après la première. Chacune de ces parties se nomme *hémistiche*. Dans les vers de douze syllabes, le repos se fait après les six premières.

Exemple :

Que toujours dans vos vers — le sens coupant les mots
Suspende l'hémistiche — et marque le repos.
BOILEAU, *Art poétique.*

Dans les vers de dix syllabes, le repos se fait après les quatre premières.

Exemple :

Sœur du repos — nonchalante déesse,
Plaisir parfait — séduisante paresse,
Divinité — dont les charmes puissans
N'ont plus d'autres autels — acceptez mon encens.

L'*e* muet ne peut finir le premier hémistiche, à moins que le suivant ne commence par une voyelle.

Exemple :

Quand sous la même tombe — ils verront réunis
Et l'époux, et la femme — et la mère, et le fils.

Exemple de vers de huit syllabes.

On exposoit une peinture
Où l'artisan avoit tracé
Un lion d'immense stature
Par un seul homme terrassé.

LA FONTAINE.

Exemple de vers de sept syllabes.

Autrefois le rat de ville
Invita le rat des champs.

Exemple de vers de six syllabes.

Félicité passée
Qui ne peut revenir,
Tourment de ma pensée,
Douloureux souvenir.

De la rime.

C'est un son uniforme qui termine les vers: elle est faite pour l'oreille ; ainsi on ne considère que la rime, et non la manière d'écrire les mots. *Accords* et *corps* riment très-bien ; et *mer* et *aimer* très-mal. La rime masculine ne considère que la dernière syllabe ; mais, dans la rime féminine, il faut que la ressemblance du son se tire de l'avant-dernière syllabe.

Les mots qui ont un *è* ouvert, ne riment pas bien avec ceux qui ont un *é* fermé, comme *cher* et *chercher*, *Jupiter* et *venter*, *enfer* et *échauffer*.

Les mots au pluriel, qui n'ont pas les mêmes lettres, mais les mêmes sons, peuvent rimer comme *grands*, *flancs*, etc. Il n'en est pas de même de la lettre *r* quand elle ne se prononce pas. *Dangers* ne riment point avec outragés.

C'est une règle en poésie que les mots simples ne riment pas avec leur composé, comme *battre* et *combattre*, *ordre* et *désordre*, *bonheur* et *malheur*. Cependant elle est admise, quand les significations des rimes sont différentes, comme *lustre*, *illustre* ; *fait*, *parfait* ; *front*, *affront*, etc.

La rime est défectueuse entre deux mots qui se terminent par deux *ll*, dont l'une est mouillée, et l'autre sèche. Ainsi :

Par ton ami rappelé
Sur ce rivage émaillé,

ne vaut rien. C'est bien pis quand la rime est féminine, comme *ville*, *famille*.

C'est un vice de faire rimer les syllabes longues avec les syllabes brèves, comme *mâle* et *cabale*, *objet*, *intérêt*, etc.

On peut faire rimer un mot avec lui-même, qu'il a des sens différens, comme *pas*, négation, et *pas* d'un homme qui marche.

Les vers sont défectueux quand le premier hémistiche rime, ou à quelque convenance de son, avec le dernier, comme :

Vous faites bien, et *moi* — je fais ce que je *dois* ;

ou avec le premier du vers suivant, comme :

Mais son emploi n'est *pas* — d'aller dans une place
De mots sales et *bas* — charmer la populace.

ou avec le second du vers suivant, comme :

Contre le mur *voisin* m'écrase de sa roue,
Et voulant me sauver des porteurs des *humains*, etc.
BOILEAU.

ou quand le dernier hémistiche d'un vers rime avec le premier du vers suivant, comme :

Tant de fiel entre-t-il dans l'ame des *dévots* ?
Et toi, fameux *héros*, etc.

ou enfin, quand le second mot du vers rime avec le dernier, comme :

Les *rois* de l'univers sont au-dessus des *lois*.

L'ordonnance

L'ordonnance des ouvrages de poésie est ou à rimes *plates*, ou à rimes *mêlées*. On dit rimes plates, lorsque les vers de même rime se suivent deux à deux; on nomme *rimes croisées*, celles où l'on entrelace les vers des deux espèces masculines et féminines.

Des Images dans la Poésie.

La poésie vit d'images et de fictions. C'est au génie à les trouver, de même que c'est à l'oreille à indiquer une cadence juste et agréable. Nous ne pouvons que donner quelques exemples de vers remplis d'images. En voici une parfaitement rendue par Boileau :

L'un esquive le coup, et l'assiette en volant
S'en va frapper le mur, et revient en roulant.

Il n'appartient qu'aux grands maîtres de peindre quatre actions en si peu de paroles. Il y en a quatre aussi dans ce seul vers, du même poète :

Soupire, étend les bras, ferme l'œil, et s'endort.

Voici d'autres vers de *Duresnel*, dans sa traduction de l'Essai sur la critique, par Pope, où l'on trouvera à la fois et la règle, et l'exemple :

Mais c'est peu dans un vers que de fuir la rudesse;
Il faut que le son même, avec délicatesse,

Fasse entendre au lecteur l'action qu'il décrit,
Et que l'expression soit l'écho de l'esprit:
Que le style soit doux lorsqu'un tendre zéphire
A travers les forêts s'insinue, et soupire;
Qu'il coule avec lenteur, quand de petits ruisseaux
Roulent tranquillement leurs languissantes eaux.

Observez comme ces vers sont doux et coulans :

Mais les vents en fureur, la mer pleine de rage,
Font-ils d'un bruit affreux retentir le rivage?
Le vers, comme un torrent, en grondant doit marcher.

Remarquez encore comme ces trois derniers vers sont rapides, énergiques, ronflant, vigoureux, et comme le dernier est imitatif. Voilà ce qu'on appèle peindre en poésie.

Un poète doit être doué, plus encore que l'orateur, d'une imagination vive, et sur-tout d'une sensibilité extrême. Piron a eu raison de dire, dans sa Métromanie :

La sensibilité fait tout notre génie.

Soyez profondément ému si vous voulez m'émouvoir profondément.

Comme rien n'est plus propre à former le goût que de comparer la manière dont différens poètes ont traité le même sujet, nous allons mettre ici sous les yeux de nos lecteurs un objet de comparaison d'autant plus intéressant, qu'il explique le système du monde, et qu'il fait voir qu'aucune matière n'est inaccessible à la poésie. Voici comme Voltaire

s'exprime à ce sujet dans sa Henriade, chant VII :

Dans le cercle éclatant de ces orbes immenses,
Qui n'ont pu nous cacher leur marche et leurs distances,
Luit cet astre du jour, par Dieu même allumé,
Qui tourne autour de soi sur son axe enflammé.
De lui partent sans fin des torrens de lumière;
Il donne en se montrant la vie à la matière,
Et dispense les jours, les saisons et les ans,
A des mondes divers autour de lui flottans:
Ces astres, asservis à la loi qui les presse,
S'attirent dans leur course, et s'évitent sans cesse,
Et servant l'un à l'autre, et de règle, et d'appui,
Se prêtent des clartés qu'ils reçoivent de lui:
Au-delà de leur cours, et loin de cet espace,
Où la matière nage, et que Dieu seul embrasse,
Sont des soleils sans nombre, et des mondes sans fin:
Dans cet abîme immense, il leur ouvre un chemin.
Par-delà tous ces cieux le dieu des cieux réside, etc.

Voici comment M. Fontanes traitre le même sujet dans un poëme qu'il va publier sur l'astronomie.

Vérité qu'on fuyoit, il est tems de renaître!
O monde, agrandis-toi; Copernic va paroître:
Il paroît; il a dit; l'univers est changé.
Seul, au centre du monde, à son poste rangé,
Le soleil voit de loin notre terre inclinée
Conduire obliquement les signes de l'année;
Et montrant tour-à-tour ses divers horizons,
En cercle autour de lui promener les saisons.
Soleil, quelle est ta force? elle entraîne, elle guide
Les mondes l'un par l'autre attirés dans le vuide:
Depuis l'ardent Mercure en tes feux englouti,
Jusqu'à ce froid Saturne au pas appesanti,

Qui prolonge trente ans sa tardive carrière,
Ceint de l'anneau mobile où se peint sa lumière,
Tu les gouvernes tous : qui peut te gouverner ?
Quel bras autour de toi les contraint de tourner ?
Rien n'existoit encor ; la parole éternelle
Perce au fond du cahos, et l'ébranle, et t'appèle :
Il s'ouvre ; tu jaillis de ses flancs entr'ouverts ;
Tu cours donner sa forme au naissant univers ;
De sept rayons premiers ta tête est couronnée ;
L'antique nuit recule ; et par toi détrônée,
Craignant de rencontrer ton œil victorieux,
Te cède la moitié de l'empire des cieux.
Je ne te peindrai point conduisant les années,
Et les heures en cercle à ta suite enchaînées,
Sœurs d'un âge pareil, qui mesurent le jour :
C'est au brillant Ovide à décrire ta cour ;
De ton char fabuleux qu'il peigne les prestiges,
Qu'il t'élève un palais tout peuplé de prodiges,
Et qu'embellit sur-tout la pompe de ses vers ;
Roi du jour, ton palais n'est-il pas l'univers ?
Mais que dis-je ? au-delà des bords que tu fécondes,
Règnent, environnés d'un cortège de mondes,
D'innombrables soleils, plus éclatans que toi,
Et parvenu près d'eux, à peine je te voi.
Qui dira leur distance, et leur nombre, et leur masse ?
L'imagination en tremblant les embrasse ;
Sa foiblesse se perd dans leur immensité, etc.

Nous ne pouvons nous refuser au plaisir d'ajouter ici deux autres morceaux à-peu-près relatifs au même sujet. Le premier est tiré du poëme des *mois* par *Roucher*. Il peint ainsi le soleil brillant dans tout son éclat, au mois de juin.

Te voilà, conquérant, dont la valeur terrasse
Les monstres qu'en son tour le zodiaque embrasse,

Infatigable Hercule, enfant du roi des dieux,
Qui, par douze travaux règnes au haut des cieux!
Te voilà! qu'en ce jour, ô prince de l'année,
La terre, de ton œil par-tout environnée,
Adore de ton char le cours triomphateur
Et, riche de tes dons, chante son bienfaiteur!
.....
Qu'il est beau ton destin! présent à tous les lieux!
Soleil! tu remplis seul l'immensité des cieux:
De l'aurore au midi, du couchant jusqu'à l'ourse,
Tu pousses tes exploits; rien ne borne ta course:
Que dis-je? ton pouvoir est bien plus grand encor,
Dieu des airs! tu régis l'harmonieux accord
De la céleste armée, au sein du vuide errante:
C'est toi qui l'y suspends; ta force pénétrante
L'écarte, et tour-à-tour la ramenant vers toi,
En contraint tous les corps à t'escorter en roi.
Tu les enrichis tous; mais la terre jalouse
Etale tes bienfaits en orgueilleuse épouse.
.....
Tu ne vieillis jamais; non, soleil, ton ardeur
Du tems qui détruit tout n'a point senti l'atteinte.
Cent trônes renversés pleurent leur gloire éteinte:
Là, tu vis dans la flamme Ilion s'engloutir;
Ici, gît au tombeau le cadavre de Tyr.
La Rome des Césars a passé comme l'ombre;
Les peuples et les jours s'écouleront sans nombre;
Toi seul, au haut des airs, victorieux du tems,
Tu contemples en paix ces débris éclatans,

Les vers suivans sont de *Rosset* dans son poëme de l'agriculture. Il parle dans ce morceau de la nécessité où sont les laboureurs, d'observer le cours des astres. Il y a sur-tout deux vers admirables que nous avons mis en caractères italiques.

Tel qu'un œil attentif au mouvement des cieux,
Pour guider d'un vaisseau le cours audacieux,
Observe les deux chars, le lever des Pléyades,
Le funeste Orion, et les tristes Hyades;
Tel le cultivateur, pour ouvrir ses labours,
Des célestes flambeaux doit observer le cours.
C'est en suivant leurs lois, que, bientôt affermie,
La culture aux humains montra l'astronomie.
Des plaines de Babel les premiers habitans,
Pasteurs de leurs troupeaux, laboureurs de leurs champs,
Pour rendre à leurs désirs la terre plus féconde,
Tournèrent leurs regards vers les poles du monde:
L'astre brillant du jour gouverna les saisons;
Tour-à-tour il régna dans ses douze maisons;
De son cours annuel ils tracèrent les lignes;
Le chef de leurs brebis fut chef des douze signes;
Le taureau sur ses pas, après lui les gémeaux
Leur marquèrent l'époque où naissent les troupeaux:
Aux tropiques brûlans la chèvre et l'écrevisse
De l'hiver, de l'été, fixèrent le solstice;
La balance à la nuit rendit le jour égal;
La Vierge des moissons ramena le signal:
Le ciel devint un livre où la terre étonnée
Lut en lettre de feu l'histoire de l'année (1).

Il y a encore un magnifique morceau de poésie, par de Lille, sur le même sujet à-peu-près que ceux que nous avons rapportés ci-dessus. Nous croyons ne pas devoir passer

---

(1) Le poëme de Rosset est d'une poésie languissante. Le morceau que nous citons, est presque le seul à citer. Il n'en est pas de même du poëme des mois; il étincelle de beautés.

sous silence cet autre objet de comparaison. Dans un poëme que le public attend avec impatience; de Lille peint Newton et Voltaire, comme deux prodiges, qui n'appartiennent pas moins l'un que l'autre à l'imagination:

Non, elle a fait Newton, comme elle a fait Voltaire:
Pénétrez de Newton l'auguste sanctuaire;
Loin d'un monde frivole, et de son vain fracas,
De tous les vils pensers qui rampent ici bas,
Dans cette vaste mer de feux étincelante,
Devant qui notre esprit recule d'épouvante,
Newton plonge, il poursuit, il atteint les grands corps,
Qui, jusqu'à lui, sans lois, sans règles, sans accords,
Rouloient désordonnés sous les voûtes profondes:
De ces brillans cahos, Newton a fait des mondes:
Atlas de tous ces cieux qui reposent sur lui,
Il les fait l'un de l'autre, et la règle, et l'appui;
Il fixe leurs grandeurs, leurs masses, leurs distances:
C'est envain qu'égarée en ces déserts immenses,
La comète espéroit échapper à ses yeux;
Fixés ou vagabonds, il poursuit tous ces feux,
Qui, suivant de leur cours l'incroyable vîtesse,
Sans cesse s'attirant, se repoussant sans cesse,
Et par deux mouvemens, mais par la même loi (1),
Roulent tous l'un sur l'autre, et chacun d'eux sur soi.
O pouvoir du génie, et d'une ame divine!
Ce que Dieu seul a fait, Newton seul l'imagine;
Et chaque astre répète, en proclamant leur nom,
Gloire au Dieu qui créa les mondes et Newton.

On trouvera sur le soleil et sur les saisons

(1) Ces trois vers sur-tout sont très-heureux. Voilà bien le système du monde.

des descriptions, des tableaux, d'une touche encore plus vigoureuse dans le beau poëme des Saisons, par Thompson. Comparez ainsi les meilleurs écrits dans chaque genre, les tragédies de Racine et de Corneille avec celles de Voltaire et de Crébillon ; l'Oraison funèbre de Turenne, par Fléchier, avec l'Oraison funèbre du même héros, par Mascaron ; les Harangues de Cicéron, avec celles de Démosthènes; les Idées de Léonard, avec celles de Berquin, et de Gessner ; etc. etc. Voilà le vrai moyen de se former le goût. La meilleure rhétorique, c'est, nous ne pouvons trop le répéter, la lecture, l'étude des grands modèles. Un autre moyen de s'instruire est de porter l'esprit de comparaison plus loin, c'est-à-dire, de ne pas le borner à mettre en parallèle, un morceau détaché avec un autre; mais encore d'examiner attentivement tous les moyens par lesquels un auteur, soit en prose, soit en vers, s'est distingué des autres, et a reculé ainsi les limites de l'art. Par exemple, Corneille s'attachoit plus particulièrement au plan de ses tragédies; on n'en sauroit trop admirer l'artifice et la profondeur. Racine s'occupoit davantage de polir ses vers ; Corneille, excepté dans le Cid, dans Polieucte, et dans le rôle de Camille dans Horace, s'est plus attaché au genre admiratif, ou à exciter la terreur comme dans Rodogune, qu'à exciter une vive sensibilité. Il s'élève comme l'aigle, tandis que Racine plane comme la colombe. Ce

n'est pas que celui-ci ne soit souvent aussi sublime que Corneille; mais nous parlons ici du caractère générale des ouvrages de ces deux poètes. Dans Corneille, le génie brille dans sa plus haute élévation, dans ses conceptions les plus vastes et les plus majestueuses; dans Racine, le génie, réuni au goût le plus exquis, nous fait goûter une suavité délicieuse, nous ravit par une harmonie, une élégance continue et inaltérable.

L'art sembloit épuisé par les chefs-d'œuvre de ces deux grands maîtres; cependant un nouvel atlète s'est présenté dans la lice. Crébillon, par son coloris mâle et sombre, s'est fait une manière qui lui est propre. Il n'a, ni la pompe de Corneille, ni le charme inexprimable de Racine; mais souvent un seul de ses vers fait situation. Quel endroit plus pathétique que la reconnoissance de Rhadamiste et de Zénobie! Quel caractère que celui de Rhadamiste! Électre est peut-être le chef-d'œuvre de Crébillon : conduite, intérêt, pathétique, situations, force de style et de caractère, tout s'y trouve réuni au plus haut degré. Et que de beautés ne trouve-t-on pas dans Atrée, malgré les défauts de cette pièce? L'art tragique sembloit encore une fois porté à son comble; mais on va voir un génie, tel qu'il n'en a pas encore paru, moissonner dans un champ où l'on croyoit qu'il restoit à peine de quoi glaner, réunir tous les genres, et dans tous se montrer presque toujours l'égal, et souvent même être au-dessus de ceux qui sembloient

lui avoir fermé la carrière. Il n'est ni Corneille, ni Racine, ni Crébillon, il est tous les trois ensemble; nul ne l'égala jamais dans l'art d'embellir la morale, de la rendre aussi touchante que le sentiment même. Tout, dans ses drames, tourne au profit de l'humanité; il est philosophe jusques dans la peinture des passions, saus rien dérober à la chaleur, à l'intérêt, à l'énergie de ces passions; un autre mérite qui le distingue, c'est son coloris, peut être un peu moins suave, mais plus brillant que celui même de Racine; il est le Rubens et le Corrège de la poésie. Moins correct que Racine, il approche cependant de très-près de sa perfection, et il a une rapidité de style que n'a pas ce dernier. Éloquent et sublime dans Brutus et dans la mort de César; touchant et naturel dans Zaïre, magnifique, élevé dans Sémiramis, métaphorique et pompeux dans Alzire et dans Mahomet, noble et simple dans Tancrède, etc. il change à son gré de pinceau; et ses couleurs sont toujours les plus convenables au sujet, au local de la scène.

Qui croiroit qu'après nos quatre tragiques, on eut pu fouiller une nouvelle mine, et y trouver des richesses dramatiques, qui avoient échappé à ces grands hommes? cependant de Belloy s'est presque ouvert une nouvelle route, et son théâtre renferme de grandes beautés. Lemercier, Legouvé, ont aussi tout récemment enrichi la scène dramatique.

Ce que nous venons d'observer au sujet de

l'art admirable de la tragédie, il faut le pratiquer dans tous les arts possibles.

Nous ne ferons plus qu'une réflexion sur la poésie; il faut toujours avoir non-seulement une élégance continue, une harmonie agréable dans son style; mais il faut encore qu'il soit relevé par de grandes images, par des idées frappantes, sans enflure néanmoins, et sans affectation. Il faut presque toujours décrire, au lieu de mettre le mot propre : ainsi au lieu de dire, l'*éléphant*, le poète dira, *ce mont vivant*, et au lieu de dire le *sëiba*, il dira *le géant de la végetation*. Veut-il peindre la nonchalance d'un citadin, d'un riche endormi à l'heure où toute la nature se réveille, et fermant son lit, son appartement aux premiers rayons du soleil? il dira que le riche voluptueux *s'entoure de barrières de soie*, etc. Parlera-t-il d'un conquérant, il dira avec le Brun, que *du sang des humains il enivre son tonnerre*, etc. Mais il ne faut pas oublier que le goût et la justesse doivent régler la hardiesse des expressions et des pensées.

SECOND ET DERNIER SUPPLÉMENT A L'ANALYSE GÉNÉRALE DES CONNOISSANCES HUMAINES.

Nous ne ferons que développer ici ce qui ne l'aura peut-être pas été suffisamment, soit dans l'analyse générale des sciences, soit dans le premier supplement. Nous éviterons les répétitions autant qu'il sera posssible.

De la Géologie ou Géographie physique, contenant un coup-d'œil philosophique sur le globe terrestre et sur ce qu'il renferme.

Le mot *géologie* est composé de deux mots grecs, dont l'un signifie *terre*, l'autre *discours*. La géologie est donc un discours sur la terre en général, ou sur le globe terrestre. Cette science se divise en géographie proprement dite, et en géographie physique. Comme nous avons suffisamment traité de la géographie,

qui n'est autre chose que la description de la terre, que les géographes divisent en différens climats, en royaumes, etc. nous ne parlerons dans ce supplément que de la géographie physique. Cette science s'occupe des propriétés des différentes parties de la terre, des différentes espèces de corps que notre globe renferme, et de ceux qui, en s'élevant dans les airs, produisent des météores plus ou moins brillans, plus ou moins terribles.

La terre, généralement parlant, est composée de deux substances, de la terre et de l'eau. Celle-ci, comme étant la partie la plus légère, occupe la plus grande étendue de la superficie du globe. La terre qui est un corps plus pesant, en occupe tout l'intérieur. Voyons maintenant de quoi cet intérieur est composé. A en juger par les découvertes qu'on a faites auprès de la surface de la terre, elle est composée de différentes couches ou lits de terre, de minéraux, de métaux, de mines, de pierres, et de différens autres corps composés, tant mous que durs : mais on ne peut guères rien assurer sur la composition des parties plus intérieures de la terre. Plus on creuse en avant, plus on en trouve la matière compacte et solide ; plus ses parties sont serrées et fermement cohérentes. Il est aussi certain qu'il y a dans les entrailles de la terre beaucoup de cavernes, de réduits, de détours, de conduits et de vastes amas d'eau, de matières sulfureuses, etc. qui occasionnent souvent des tremblemens de

terre, et fournissent aux volcans les feux qu'ils lancent de tems en tems (1).

Le centre de la terre est à-peu-près à 1500 lieues loin de nous; et nous pouvons à peine creuser à quelques brasses. Comment pouvoir donc assurer ce qu'il y a dans une distance si éloignée, et tellement inaccessible? Cependant le savant Halley a voulu prouver que les parties centrales de la terre sont occupées par un grand corps magnétique, ou pierre d'aimant, ce qui occasionne, suivant lui, les variations et les déclinaisons de nos aiguilles aimantées, qui se conforment toujours d'elles-mêmes à la position et à la direction de l'aimant cen-

---

(1) Newton, en parlant de plusieurs expériences qu'il avoit faites sur des substances combustibles, et propres à faire du bruit, dit: «Ces expériences comparées avec la grande quantité de soufre dont la terre abonde, la chaleur des parties intérieures de la terre, les sources chaudes, les montagnes brûlantes, les humidités, le brillant des minéraux, les tremblemens de terre, les exhalaisons dont la chaleur suffoque, les ouragans et les eaux jaillantes, peuvent nous apprendre qu'il y a dans les entrailles de la terre des ruisseaux de soufre, qui fermentent avec les minéraux, et quelquefois s'enflamment avec grand bruit; et s'ils sont renfermés dans des cavernes souterraines, ils brisent ces cavernes en écartant la terre, et la faisant sauter, comme quand une mine joue; alors les vapeurs, engendrées par ces grands éclats, s'insinuant dans les pores de la terre, échauffent et suffoquent,

tral, qu'il suppose s'écarter du nord et du sud, et de la position horizontale par rapport à nous.

Venons maintenant à la cause qui joint et unit si fortement ensemble les différentes parties de la terre. Leur cohésion ou adhérence est uniquement l'effet du pouvoir de gravité ou de pesanteur de ces mêmes parties. Ainsi il y a tout lieu de croire que les corps les plus solides et les plus pesans doivent être les plus proches du centre de la terre, comme étant eux-mêmes le centre de gravité.

La terre est composée de corps hétérogènes, c'est-à-dire d'une nature différente, mêlés les

---

forment des tempêtes et des ouragans, et quelquefois font écrouler la terre, et bouillir l'eau de la mer, et en enlèvent l'eau en gouttes, qui ensuite retombe en jets d'eau, entraînée par son propre poids. Quelquefois aussi, quand la terre est bien sèche, il s'élève dans l'air des matières sulfureuses, qui y fermentent avec les acides nitreux, et qui venant à s'enflammer quelquefois, sont la cause des éclairs, du tonnerre, et des autres météores de feu ». *Optique, Liv. III, question* 31e. Nous ne sommes pas du même avis que Newton sur la formation du tonnerre; nous expliquerons ce que nous croyons être la vraie cause du tonnerre, des éclairs, et de la plupart des météores, quand nous en serons à la partie de cette collection, intitulée : *Physique générale et particulière ;* mais cela n'empêche pas qu'il ne puisse avoir raison dans le surplus de ce qu'il dit ici.

uns avec les autres, dont les gravités spécifiques sont différentes, disposés en manière de couches, ou lits de terre, de pierres, de minéraux, posés les uns sur les autres. Il est clair que ces lits ne sont pas arrangés dans l'ordre de leurs gravités spécifiques; car, voici l'ordre des couches qu'on a remarquées à Amsterdam, en y creusant un puits de 232 pieds de profondeur; on trouva d'abord sept pieds de terre à jardin, 9 pieds de tuff, 9 d'argile molle, 8 de sable, 4 de terre, 10 de sable à paver, 2 d'argile, 4 de terre blanche, 5 de terre sèche, 1 de terre mouillée, 14 de sable, 3 d'argile sabloneuse, 5 de sable mêlé d'argile, 4 de sable de mer, mêlé de coquillages, ensuite 102 pieds d'argile, et enfin 31 de terre grasse. Ainsi l'on voit la différente composition des parties qui approchent de la surface de la terre, qui varie cependant beaucoup en des endroits différens. On n'a pu découvrir jusqu'à présent la cause de la disposition de ces différens lits ou couches de terre et de métaux.

On peut réduire à sept sortes en général, les substances ou corps terrestres: 1°. les terres; 2°. les mines; 3°. les fossiles; 4°. les minéraux; 5°. les métaux; 6°. les pierres; 7°. les corps ou substances étrangères. Dans la classe des terres, on comprend toutes les substances terrestres les plus molles, qu'on nomme argile, terre grasse, marne, sable, et différentes espèces de terre, comme terre du Japon,

pon, de Lemnos, d'Arménie, etc. Leurs différentes dureté, mollesse, couleurs, qualités, etc. viennent des différens degrés des propriétés universelles et spécifiques; des particules primitives et constituantes, c'est-à-dire, des élémens de matière, que chaque espèce possède à une certaine mesure. Voilà tout ce qu'on peut dire de plus à cet égard.

Le second membre de la division (les mines) renferme les terres qui contiennent des quantités considérables de particules métalliques; c'est ce qu'on tire des mines, et dont on extrait les métaux; on les appèle en conséquence mine d'or, mine d'argent, etc. du nom des métaux qu'elles contiennent.

Passons à la troisième division. Quoique le mot *fossile* soit un nom général dont on se sert pour désigner tout ce qu'on tire de la terre, on comprend cependant sous ce mot seulement, les sels, les soufres et autres corps semblables, qu'il n'est pas possible de ranger dans la classe des minéraux, des métaux et des pierres (1).

---

(1) Bœrhaave distingue deux sortes de fossiles, les simples et les composés; les fossiles simples, sont ceux dont les parties, quelques divisées qu'elles soient, sont toutes de la même nature, c'est-à-dire, de même grandeur, figure, dureté et mobilité: il en compte de quatre sortes; savoir: les métaux, les sels, les pierres et les terres. Les fossiles composés, sont ceux qu'on peut diviser en des parties diffé-

Le sel, selon la définition de Bœrhaave est un corps fossile, c'est-à-dire, qu'on tire de la terre, que le feu met en fusion, qui se congèle au froid, et forme des masses crassantes, ou crystaux, qui se dissout dans l'eau jusqu'au point de disparoître, qui n'est jamais malléable, et qui occasionne à l'organe du goût une sensation âcre et piquante. Il y a différentes espèces de sels, comme les sels fixes, volatils, essentiels et fossiles; et des substances salines, telles que l'alun, le borax, le nitre, le tartre, le vitriol, le sel ammoniac. Nous allons expliquer rapidement la nature de ces espèces différentes de sels.

Le sel fossile est celui qu'on appèle sel *en pierre*, à cause de sa transparence, et qui est semblable au sel dont on se sert pour l'assaisonnement des viandes: on le tire, dans plusieurs pays, des montagnes, comme dans la Russie, la Pologne, la Perse et les Indes. Le sel fixe, est celui qui reste après la calcination, et qui ne s'exalte point, ou n'est point raréfié ou sublimé par la chaleur.

---

rentes ou dissemblables; tels sont tous les soufres durs, comme l'alun, l'arsenic, l'orpiment, le bitume, l'asphalte, etc. tous les soufres liquides, comme le pisasphalte, le naphta, le *petrolæum*, et les demi-minéraux ou minéraux; enfin les corps composés des précédens fossiles, simples ou composés.

Le sel volatil, est celui qui s'exalte facilement, et qui se perd en vapeurs insensibles; tels sont les sels des animaux. Le sel essentiel est celui qu'on tire des plantes par la cristallisation ; c'est un sel naturel, qui participe du sel fixe, et du sel volatil. L'alun, ou roche d'alun, est un sel astringent, qu'on trouve dans des veines de terre, en beaucoup d'endroits de l'Europe, d'où on le tire par gros morceaux transparens.

Le borax, est un sel minéral de couleur verte, qu'on trouve dans des veines de mines de cuivre, d'argent ou d'or.

Le nitre, ou salpètre, est un sel imprégné dans quantité d'esprits qui lui viennent de l'air, ce qui le rend volatil ; on le trouve parmi les pierres et les terres des vieux bâtimens; il est quelquefois engendré par l'urine qui tombe sur des pierres, etc. c'est l'esprit de ce sel qui enflamme le soufre dans la poudre à canon et dans les éclairs.

Le tartre, est une matière terrestre, ou sel terrestre, qui s'attache aux côtés des tonneaux, après s'être séparé de la liqueur, par le moyen de la fermentation, comme dans les tonneaux de vin, etc.

Le vitriol, est un fossile composé d'un sel acide, et d'une terre sulfureuse : il y en a de quatre sortes; 1°. le bleu, qu'on trouve dans les mines de cuivre en Hongrie, et dans l'île de Chypre ; 2°. le verd, qui se trouve en Allemagne, en Italie et en Angleterre ; 3°. le

blanc ; 4°. le rouge : ce dernier nous été porté d'Allemagne ; on l'appèle colcothar naturel, ou chalcitis.

Le sel ammoniac, est, ou naturel, ou artificiel ; le naturel se trouve dans plusieurs pays de l'Afrique, et dans les lieux chauds situés sous la zône torride ; l'artificiel se fait à Venise, et dans plusieurs autres endroits.

Il nous faut expliquer maintenant ce que c'est que le soufre, et les autres corps sulfureux. Le soufre est un fossile inflammable, qui se trouve en plusieurs cantons de l'Europe : il y en a de deux sortes ; 1°. le gris, qu'on appèle soufre vif : c'est une sorte d'argile qui se met en miètes, doux et inflammable ; il est composé d'huile, de sel acide et de terre ; 2°. le jaune, ou soufre ordinaire : celui ci contient beaucoup d'huile, et de sel acide vitriolique. Ce n'est pas le soufre ordinaire que les chimistes entendent par ce principe qu'ils appèlent soufre. Le soufre des chimistes est une huile qu'ils nomment ainsi, parce qu'elle est inflammable ; c'est une substance douce, subtile, onctueuse, à laquelle ils attribuent la diversité des couleurs et des odeurs, et la beauté ou la difformité des plantes, etc. selon qu'elle est disposée dans les corps. Voici ceux qu'on range dans la classe des corps sulfureux ; l'arsenic, le bitume et ses différentes espèces, comme l'ambre gris, l'asphalte, le naphte et l'ambre ; on met aussi le *petrolæum* dans la même classe. L'arsenic est

une substance fossile, qui contient beaucoup de soufre, et quelques sels caustiques : il y en a de trois sortes, le blanc ou arsenic proprement dit, le jaune appelé orpiment, et le rouge appelé sandarach.

Le bitume est une espèce de poix, ou d'argile visqueuse; il tient beaucoup de la nature du soufre; il est fort inflammable; il y en a de deux sortes; l'un qui est liquide, et surnage dans l'eau comme l'huile; l'autre plus dur et plus compact, se tire de la terre. L'ambre gris est une sorte de bitume qui se trouve sur le bord de la mer dans beaucoup de pays; il se durcit au soleil; la meilleure sorte est grise, quand elle est sèche; il s'adoucit aisément à la chaleur, et paroît noirâtre quand il est humide.

L'asphalte est cette substance visqueuse et bitumineuse de couleur pourpre qui se trouve dans la mer morte, en Palestine.

Le naphte est une autre sorte de bitume liquide, mais un peu plus inflammable que le bitume ordinaire, et plus difficile à éteindre quand il a pris feu.

L'ambre est aussi une espèce de bitume coagulé; car les mouches, les fourmis et les pailles qu'on y trouve, prouvent évidemment que son premier état est d'être mol et visqueux; il y en a de plusieurs couleurs, du blanc, du jaune et du noir; on le trouve dans de petits courans dans la mer baltique, et en Prusse. Il a une propriété électrique; car, lorqu'on

l'a frotté, il attire des pailles, des plumes, des cheveux, etc. Nous observerons ici, une fois pour toutes, que, lorsque nous disons qu'une production se trouve dans tel ou tel pays, nous n'entendons pas dire qu'elle ne se trouve pas aussi dans d'autres contrées.

Le *petrolæum*, ou huile de pierre, est d'une nature sulfureuse ; il coule entre les fentes des rochers, en Italie, en Sicile, en Provence, etc. et paroît être une huile de quelque bitume, que les feux souterrains ont exalté.

Nous allons expliquer la nature des minéraux ; ce sont des sortes de fossiles qui ne sont ni inflammables ni ductiles, et qu'on ne sauroit fondre ni réduire en liqueur, mais qui sont durs et cassans. On peut les pulvériser ou les calciner par le feu, et les réduire en chaux ; voici ceux des minéraux qui méritent le plus d'être connus : 1°. le marcassite, ou bismuth, est une matière métallique, blanche, polie, dure, cassante ; elle est d'une nature sulfureuse, comme l'étain ; elle est disposée en facettes, comme des morceaux de verre ; c'est pourquoi on l'appèle verre d'étain ; 2°. l'antimoine est un minéral composé de soufre et d'une substance approchant de celle du métal, qui contient aussi (à en juger par sa qualité émétique), un sel acide : on le trouve en différens lieux, en Transylvanie, en Hongrie, en France, etc.

Le cinabre est un minéral qui consiste en un mélange de vif-argent et de soufre, su-

blimés ensemble par le moyen d'une chaleur souterraine, de la même manière que les chimistes font le cinabre artificiel. Quand il est en bloc, il est d'une couleur brune ; mais il est d'un rouge vif, quand il est en poudre.

La craie est une terre minérale d'une qualité bitumineuse, et cependant c'est un sel alkali ; sa composition est tendre et friable en certains endroits ; dans d'autres, elle est d'une substance dure et massive ; on la trouve très-communément, sur tout au sommet des lieux élevés.

Le charbon de terre est un minéral composé d'une grande quantité de soufre mêlé avec une substance terrestre ; c'est une espèce de bitume résineux d'une consistance moyenne, qui ne s'enflamme pas aisément, mais cependant qui se fond et coule dans le feu : sa composition n'est pas plutôt détruite par le feu, qu'il en résulte une espèce de chaux. On le tire en abondance du sein de la terre en Angleterre, et ailleurs : on s'en sert principalement pour les forges. Voyons maintenant quelle est la propre nature des métaux ; un métal est un corps fossile que le feu fond et rend fluide, et que le froid coagule, durcit et réduit en une masse solide capable de s'étendre sous le marteau : les corps, auxquels cette définition convient à tous égards, sont au nombre de six ; savoir : l'or, le plomb, l'argent, le cuivre, le fer, l'étain ; les chimistes y ajoutent le mercure ou vif-argent ; cependant il semble que le mercure compose lui seul une espèce parti-

culière de fossile simple. L'or est le plus riche de tous les métaux; il est distingué des autres par les propriétés et les caractères suivans : 1°. il est le plus pesant de tous les corps qui existent, et rien ne peut imiter sa pesanteur ; 2°. c'est le plus malléable et le plus ductile de tous les corps ; 3°. c'est le plus fixe et le plus pur de tous les corps, et celui de tous qui perd le plus au feu ; 4°. il faut un feu violent pour le mettre en fusion, mais cependant moindre que pour le fer et pour le cuivre ; 5°. on ne peut le dissoudre qu'avec l'eau régale et le mercure ; 6°. il attire promptement, et de lui-même, le mercure, et l'absorbe entièrement ; 7°. lorsqu'il est fondu avec du plomb et de l'antimoine, il ne s'évapore pas avec eux en fumée, mais demeure fixe avec eux ; 8°. quand il est pur, il ne rend point un son clair, mais obtus, semblable à celui du plomb ; 9°. il est de tous les corps composés que l'on connoisse, le plus simple et le moins chargé de parties hétérogènes ; 10°. il est d'une plus belle couleur jaune, quoique sujet à changer et à pâlir ; 11°. on le trouve quelquefois pur en grumeaux, comme en Hongrie, et dans les montagnes du Chili ; quelquefois en poudre ou en sable, comme au fond des rivières en Guinée ; ou enfin en mottes blanchâtres, qu'on tire des mines, à 150 ou 160 brasses de profondeur, mêlées avec d'autres minéraux, comme l'antimoine, le vitriol, le soufre, etc. ; 12°. l'or

est sujet à se rouiller, comme il arrive quand on le tient au-dessus de la fumée du sel de mer. Voilà quelles sont les qualités de l'or; et toutes ces qualités se trouvent toujours réunies dans ce métal.

Il faut parler maintenant du mercure, puisque c'est après l'or, le corps le plus pesant. Ses qualités sont : 1°. d'être, après l'or, le plus pesant de tous les corps ; 2°. le plus fluide de tous les corps, celui dont les parties se séparent et s'éloignent les unes des autres avec le plus de facilité ; 3°. il peut se diviser en parties plus petites qu'aucune autre corps ; 4°. il est extrêmement volatil, et il se convertit en fumée, même au feu de sable ; 5°. il pénètre aisément, et s'attache intimément à l'or, mais moins facilement à tous les autres métaux, difficilement au cuivre, et point du tout au fer ; 6°. il est cependant incapable de se geler, à cause de sa grande fluidité ; 8°. il se dissout dans presque tous les acides, et s'incorpore avec eux ; 9°. c'est le plus simple et le moins mélangé de tous les corps, après l'or ; 10°. il est exempt de toute âcreté ; 11°. on le trouve en grande quantité dans les mines de Friuli en Italie, sous la forme des petites mottes rouges, appelées cinabre, en petites pierres dures, et enfin tout pur, auquel cas on l'appèle mercure-vierge, qui règne le long des veines de la mine.

Après l'or et le mercure, le plomb est le plus pesant des corps ; ses principales propriété-

tés sont : 1°. d'être après l'or et le mercure, le plus pesant des corps ; 2°. c'est de tous les métaux le plus tendre, et par conséquent il est très-flexible, et aisé à s'étendre ; 3°. il fond plus vîte que tous les autres métaux ; 4°. il se dissout facilement dans presque tous les acides foibles, mais pas si promptement dans les forts ; 5°. il fait évaporer tous les métaux qui sont fondus avec lui, à l'exception de l'or et de l'argent, et les fait évanouir en fumée ; 6°. c'est de tous les métaux le moins sonore, et il diminue le son des autres, quand il est mêlé avec eux ; 7°. il a moins d'élasticité que tous les autres ; 8°. on le trouve quelquefois tout pur, mais plus souvent dans la terre minérale, qui est une sorte de terre blanchâtre et grasse, difficile à fondre : il y a quantité de mines de plomb en Allemagne, en Hongrie, en Angleterre, etc.

L'argent a les qualités suivantes : 1°. il va immédiatement après le plomb pour la pesanteur ; 2°. sa consistance approche de celle de l'or ; 3°. sa ductilité et sa malléabilité approchent aussi de celle de l'or ; 4°. il fond assez aisément au feu, mais plus difficilement pourtant que l'or et le plomb ; 5°. il se dissout dans l'eau-forte, mais non dans l'eau-régale ; 6°. il résiste à la force du plomb dans la fusion, ou ne se dissipe pas en fumée avec lui ; 7°. il ne résiste pas à la force de l'antimoine ; mais il se volatilise, et s'évapore avec lui ; 8°. il n'a pas beaucoup de son, quand il est pur ; il est moins sonore que le fer ou

le cuivre ; mais il l'est plus que l'or ; 9°. on rencontre rarement l'argent pur ; tantôt on le trouve dans de la mine d'or, de plomb ou de cuivre ; mais plus souvent dans une sorte de mottes de terres pierreuses et noires, pleines de petites paillettes luisantes, comme dans les mines du Pérou et du Chili.

Le cuivre est un métal, qui a les caractères et les propriétés suivantes : 1°. il approche de l'argent pour le poids ; 2°. il se file aisément quand il est pur ; 3°. il a une belle couleur rouge, qui surpasse celle de l'or ; 4°. sa fixité dans le feu est plus grande que celle du plomb et de l'étain, mais moindre que celle de l'argent ; 5°. il est difficile à fondre, beaucoup plus que l'argent ; cependant il jète du feu avant que de se fondre, ce que l'argent ne fait pas ; 6°. il se dissout dans tous les menstrues salés, soit acides, alkalis ou nitreux, même dans l'eau, dans l'air, etc. 7°. si on le dissout dans des acides, il devient verd ; dans les alkalis, il devient rouge ; et dans les autres sels, il devient bleu ; 8°. sa divisibilité est grande et surprenante ; car un grain de cuivre dissous teindra en bleu plus de 530620 fois son volume d'eau ; 9°. il s'évapore, quand on le fond avec le plomb et l'antimoine ; 10°. il est le plus élastique ; 11°. il est le plus sonore de tous les métaux ; 12°. on trouve du cuivre par tout ; mais plus abondamment en Suède et en Allemagne, où il y en a des montagnes entières ; mais les mines de cuivre les plus riches sont celles de Hongrie.

(*Remarque*). L'airain se compose avec le cuivre, de la manière suivante : on calcine et pulvérise la calamine, et on la mêle avec un peu de charbon en poudre. Cela fait, on met sept livres pesant de ce mélange dans un creuset, avec environ cinq livres de cuivre par dessus ; on met ensuite le tout sur un fourneau ; après l'y avoir laissé pendant onze heures, on l'en retire ; et l'airain s'est formé dans la dissolution.

Le fer est un métal, qui a les qualités suivantes : 1°. c'est le plus pesant de tous les corps, après le cuivre, le plomb, le mercure, l'or et l'argent ; 2°. c'est le moins ductile, le plus dur et le plus cassant ; 3°. il est très-fixe, quant à ses parties métalliques ; 4°. il est longtems rouge, avant que de se fondre ; 5°. plus il est échauffé, plus il est tendre et malléable, contre la nature de tous les autres métaux ; 6°. il se dissout dans presque tous les corps naturels, qui ont leurs parties en mouvement, comme le feu, le sel, l'air, la rosée, l'eau, etc. ; 7°. il est extrêmement rubigineux, ou sujet à se rouiller, par l'action ou la corrosion des corps, dont nous venons de parler ; 8°. si on le fond avec le plomb, l'antimoine, ou le sel fixe, il s'évapore bien vîte en fumée, ou se vitrifie ; 9°. il est sonore et élastique, mais beaucoup moins que le cuivre ; 10°. c'est de tous les corps le seul que l'aïmant attire, etc. ; 11°. il contient une espèce de vertu magnétique, 12°. le fer se trouve dans des mines,

qui sont fort communes en plusieurs cantons de l'Europe, comme en Norwège, la Pologne, l'Allemagne, la France, l'Angleterre, etc.; et sa mine ou marcassite ressemble assez à la pierre d'aiman.

L'étain est distingué des autres métaux par les caractères suivans : 1°. c'est le plus léger de tous les métaux, et le plus pesant de tous les corps, après eux ; 2°. c'est, après le plomb, le plus tendre de tous les métaux ; 3°. il a moins de fixité dans le feu que tous les autres, et par conséquent, c'est celui qui perd le plus de son poids ; 4°. le moindre feu suffit pour le fondre, et il l'est long-tems avant que de jeter du feu ; 5°. il est facile de le mêler avec les autres métaux, excepté le fer, et il diminue leur ductilité ; 6°. ce n'est qu'avec beaucoup de difficulté qu'on peut le dissoudre dans les acides, et principalement dans ceux qui sont forts ; 7°. c'est, après le plomb, le moins sonore des métaux ; cependant il augmente le son des autres, quand il est joint avec eux ; 8°. quoiqu'il soit par lui-même fort peu élastique, cependant, quand il est mêlé avec les autres corps, il en augmente considérablement l'élasticité ; 9°. on trouve l'étain dans les provinces de Cornouaille et de Devon ; et sa mine est une pierre pesante et spongieuse.

Les principes élémentaires des métaux, sont le mercure et le soufre ; le mercure est la bâse, ou la matière du métal, et le soufre est comme le ciment qui le rend fixe et malléable : ce

mercure est la même chose que le vif-argent ordinaire ; et c'est le plus pur et le plus fin qu'il y ait ; mais par le principe appelé soufre, on ne doit pas entendre le soufre fossile ordinaire, mais une sorte de matière particulière, appelée le soufre de métal, qu'on suppose être la matière de la lumière ou du feu, qui, se joignant avec le mercure, le fixe, et produit différentes sortes de métaux, suivant les différens degrés de son union et de sa cohésion avec lui : on peut ajouter à cela, qu'avec un miroir ardent, on peut séparer du plus parfait de tous les métaux une matière vitrifiable.

Après avoir exposé ce qui concerne les métaux, il faut faire connoître les principales pierres et leurs propriétés particulières. Le marbre est une substance fort curieuse, qui est produite par un suc terrestre, bien purgé, cuit et digéré dans le grand laboratoire de la terre, un corps compact et dur, qu'on peut bien calciner et réduire en poudre, mais non pas mettre en fusion.

L'albâtre est une espèce de marbre, mais beaucoup plus tendre et plus friable, qui est combustible comme la chaux, mais aussi poli et aussi pesant que le marbre même.

Le porphyre est une autre espèce de marbre, diversement coloré, un peu plus léger que le marbre, mais fort dur.

Le caillou est une substance extrêmement dure, composée de particules transparentes, de sable, jointes fortement ensemble et en-

durcies, qui est susceptible de fusion : c'est avec cette substance qu'on fait le verre.

Le cristal est une pierre brillante et transparente ; le plus pur se rencontre au sommet des rochers et des montagnes ; on en tire aussi du sein de la terre ; il n'est pas coloré ; il est plus tendre que les autres pierres précieuses ; aussi ne brille-t-il pas tant : il est composé d'une substance aqueuse ; c'est pourquoi il est facile de le dissoudre et de le réduire en verre.

Le diamant est d'une couleur et d'une figure approchante de celles du cristal ; il se produit de la même manière ; mais sa dureté excède beaucoup celle de tous les corps ; car, on s'en sert pour les tailler et les pénétrer tous : il a une qualité électrique ; il attire la paille, les plumes, etc. quand on l'a bien échauffé en frottant.

Le béril est une pierre qui approche du cristal, et dont la couleur est d'un verd pâle ; on le trouve au pied du mont Taurus, dans le lit de l'Euphrate et aux Indes.

L'émeraude est d'un verd vif, et a tant d'éclat qu'elle brille à la lumière du soleil et des bougies ; elle est fort transparente.

L'escarboucle est une pierre précieuse d'un éclat transcendant, d'une couleur de feu ardent, et brille comme un charbon allumé.

Le rubis (ainsi nommé à cause de sa couleur rouge) est la plus recherchée de toutes les pierres précieuses, après le diamant : on prétend que d'abord il est blanc, et qu'ensuite

il devient rouge par degrés, à cause d'un suc sanguin dont il est nourri et engendré.

L'hyacinthe ou la jacinthe, est une espèce d'escarboucle de couleur de mine de plomb, qui tire son nom d'une fleur de la même couleur.

L'amétiste approche de l'hyacinthe ; elle est d'une couleur pourpre, qui est comme un composé de rouge et de bleu. Les améthistes sont dures, et les plus dures sont les plus estimées.

Le saphir (d'un mot hébreu qui signifie beau) est une pierre précieuse d'un azur vif, ou d'un bleu céleste, qui se trouve en beaucoup d'endroits des Indes.

La sarde est une pierre précieuse, appelée *carrelion*, à cause de sa couleur de chair ; les meilleures se trouvent en Sardaigne, d'où elles tirent leur nom.

La topaze est une pierre précieuse, qu'on regarde comme la plus belle de toutes celles qui sont de couleur d'or.

L'onyce est une pierre, en partie transparente ; on la nomme ainsi, parce que sa couleur et son eau imitent assez celle des ongles des doigts.

La sardoine est une pierre précieuse un peu transparente ; on l'appèle ainsi, parce qu'elle participe de la nature de la sarde et de l'onyce jointes ensemble ; on y remarque des cercles noirs, blancs et couleur de sang.

La calcédoine étoit anciennement regardée comme une espèce d'escarboucle ; mais on la

met

met aujourd'hui dans le rang des onix : elle est fort dure, et par-tout d'une couleur de nuage clair.

L'agathe est une pierre opaque, qui cependant brille en réfléchissant la lumière, et qui, avec ses veines diversement colorées, représente fort bien sur sa surface des arbres, des rivières, des animaux, etc.

Le jaspe est, comme l'agathe, opaque, et de différentes couleurs ; mais le verd est la couleur la plus ordinaire de cette pierre (1).

Les perles sont des bijoux, ou pierres précieuses, qui naissent dans les coquilles des poissons ; il y en a de plusieurs sortes.

En faisant l'énumération des minéraux et des pierres, nous n'avons point parlé de l'aimant.

L'aimant est une pierre, et le plus merveilleux de tous les fossiles ; c'est un minéral qu'on trouve dans les mines de fer ; il a quelque chose de la nature du fer ; cependant il n'est ni malléable, ni fusible ; mais on peut le calciner ou le réduire en poudre ; aussi, ses particules sont plus roides, plus dures, et plus entrelacées que celles du fer. Voici les principales propriétés de l'aimant : 1°. l'aimant mis

(1) On trouvera de plus grands détails sur les différentes sortes de pierres, dans la suite de ce recueil, au chapitre où nous traiterons en détail de l'histoire naturelle, et de la chimie.

en liberté, se tient toujours dans la même position, tourné vers les poles du monde, et le même côté se tourne toujours vers le même pole ; 2°. cette pierre ne regarde pas positivement les poles de la terre; mais décline plus ou moins, à l'est ou à l'ouest; 3°. deux aimans, placés à une certaine distance, s'approchent ou s'éloignent l'un de l'autre, selon qu'ils sont différemment placés; 4°. les aimans s'attirent tellement l'un l'autre, que l'un se tiendra suspendu à l'autre, en plein air, pourvu que le pole du nord de l'un, soit opposé au pole du sud de l'autre; 5°. quelquefois, un aimant plus léger en soutiendra un autre plus pesant, quoique un plus pesant, n'en soutienne pas un autre plus léger; 6°. on a remarqué que la vertu de se tourner vers les poles, n'est pas également forte dans tous les aimans; il y en a qui s'y tournent bien plus vîte que d'autres; 7°. on a observé qu'il y a des aimans irréguliers, qui ont plus de deux poles ou points de direction; 8°. la pierre d'aimant attire le fer, aussi bien que si c'étoit un autre aimant; 9°. la vertu de l'aimant se communique au fer ou à l'acier, par le toucher; ainsi, une aiguille frottée d'aimant, se tourne toujours vers le nord et vers le sud; 10°. l'aimant perd sa vertu, quand on le fait rougir au feu : cette pierre a encore plusieurs autres propriétés, qui paroissent moins importantes. Dans le chapitre de cette collection, intitulée : *Physique générale et particulière*, nous reviendrons

sur cet article intéressant, dont on ignore la vraie cause.

Les montagnes semblent en quelque façon, destinées à produire et à perfectionner les minéraux et les métaux ; car, c'est là principalement qu'on trouve les fossiles les plus utiles.

Il n'est pas douteux que les métaux, les minéraux, et les pierres, prennent de l'accroissement dans la terre : on sait plus encore ; on a observé que diverses mines, dont on avoit ôté les pierres, les métaux, etc. en ont reproduit d'autres par la suite ; on voit aussi tous les jours de petites glaces pierreuses, et autres substances stalactiques, qui s'engendrent par la sueur de quelques sucs pétrifiés, qui sort de la terre, des rochers, dans de grandes cavernes, comme nous en avons remarqué nous-mêmes à Oky-Hole, dans la province de Sommerset.

Il nous reste à parler des corps étrangers qui se trouvent dans la terre, comme les différentes dépouilles des poissons, et autres animaux marins, telles que les coquillages nommés échini, *glossopetræ*, les coquilles de pétoncles, d'huîtres, etc. pétrifiées, qu'on trouve dans différens endroits, fort avant dans la terre, et qu'on peut voir dans les cabinets des curieux: mais, comment ces corps ont-ils pu pénétrer si avant dans la terre ? Voici l'opinion la plus vraisemblable : il y aura eu quelque inondation partielle des mers, qui aura amoili, en

certains pays, la terre; ces corps marins s'y sont enfoncés, et en ont été recouverts; avec le tems, la terre les a changés en pierres, par sa qualité pétrifiante. Le docteur Woodward dit que les *échini*, et autres coquillages plus légers, sont en grand nombre, et se trouvent fréquemment dans les mines de charbon de Kent, de Surrey, d'Essex, et autres provinces, où on les trouve indifféremment, depuis le fond jusqu'auprès de la surface, dans des trous de cent pieds de profondeur, et dans des puits encore plus profonds; que les *conchæ*, *pectines*, *cochlæ*, et autres coquillages de même pesanteur, se trouvent dans les pierres de sable de tous les pays, et qu'on en rencontre même dans les cailloux.

Il est ordinaire de trouver des *échini*, *cochlcæ*, *conchæ*, *pectines*, et autres coquillages, qui ont leurs cavités remplies de mines, de cailloux, de vitriol, de soufre et autres minéraux, qui prennent la figure spécifique des coquillages dans lesquels ils se sont formés ou moulés; et ces pierres sont ce que les auteurs appèlent *échinitæ*, *cochlitæ*, *concheitæ*, *pectinitæ*, etc.

Stenon dit dans son livre, *de solido in solidum contento*, qu'on trouva beaucoup de coquillages de mer, dans une pierre tirée du *forum* volaterranum, qui y avoit été apportée plusieurs siècles auparavant, pour bâtir; ainsi, il est certain que ces coquilles ne pouvoient avoir moins de 3000 ans.

Nous venons d'exposer succinctement ce que la terre renferme dans son sein; nous allons, dans cet article, donner de même une idée générale de l'eau, des lois de sa pression et de sa gravité; de la mer, de son origine, de sa rondeur, de son étendue, de sa salure, de ses marées; de la cause des fontaines, des rivières, des lacs, etc. Nous aurons soin, pour éviter les redites, autant qu'il sera possible, d'indiquer les endroits de ce recueil, ou quelques-uns de ces objets sont plus développés : cette science s'appèle hydrographie.

De l'Hydrographie.

Ce mot est composé du grec ὑδωρ, eau, et γραφη, description; ainsi ce terme signifie ici, une description philosophique de l'eau : nous allons commencer par examiner les effets résultans de sa fluidité, et des règles du mouvement, appelées lois hydrostatiques et hydroliques, de la gravité et de la pression des fluides. Voici les principales : 1°. la surface d'un fluide contenu dans un vase, et qu'on laisse en liberté, deviendra unie et parallèle à l'horizon; 2°. les parties supérieures pressent sur les parties inférieures, et cette pression est toujours proportionnelle à la hauteur du fluide; 3°. la pression sur les parties inférieures, occasionnée par la partie comprimante, se fait sentir par-tout, et par-tout également; 4°. dans différens tubes, qui ont une communication les uns avec les

auttes, comme A, B, C, D, E, F, égaux ou inégaux, droits ou courbes, élevés perpendiculairement ou obliquement, un fluide montera à la même hauteur G, I, dans tous. (Voyez l'Atlas, n°. 2, figure première, planche première.); 5°. quand des liqueurs de gravités différentes, sont contenues dans le même vase, la plus pesante occupe la partie la plus basse, et est pressée par la plus légère, en proportion de la hauteur de la plus légère; 6°. un corps solide, plongé dans un corps liquide, est pressé de toutes parts, par le liquide, et cette pression augmente en proportion de la hauteur du liquide au-dessus du solide; les corps, plongés fort avant, sont en quelque façon, pressés également de tous côtés; 7°. tout corps qui est plus pesant qu'un volume égal de la liqueur dans laquelle il est plongé, doit descendre et aller au fond; 8°. si le corps est plus léger, qu'un volume égal de la liqueur dans laquelle il est plongé, il montera à la surface, et surnagera; 9°. mais, si le corps est égal en poids avec un volume égal de la liqueur, il ne montera ni ne descendra; mais il demeurera suspendu dans la liqueur, à l'endroit où on l'aura placé; 10°. tous solides égaux, mais de différentes gravités spécifiques, étant plongés dans le même liquide, perdront des parties égales de leurs poids; 11°. le liquide acquiert autant de poids que le corps solide plongé en perd; 12°. les parties plongées des corps qui nagent sur la surface de la même li-

queur, sont les unes aux autres, comme les poids de ces corps (1).

On détermine les gravités spécifiques des solides, par une balance hydrostatique ; et nous allons faire comprendre, par un exemple, la manière de calculer ces rapports. Supposons qu'on prenne un morceau de plomb et un morceau d'ivoire, qui pèsent chacun 60 grains dans l'air ; mais, qu'en les pesant séparément dans l'eau, l'on trouve que leurs poids soient de 54 grains $\frac{1}{4}$ et de 29 ; alors il manque à ces poids 5 grains $\frac{3}{4}$ et 31 grains ; donc la raison ou proportion de pesanteur du plomb à l'ivoire, est presque comme 31 à 5 $\frac{3}{4}$; c'est-à-dire, que le plomb est presque cinq fois et $\frac{2}{3}$ plus pesant que l'ivoire.

Voici comme on détermine les gravités spé-

---

(1) Il y a trois sortes de preuves de ces lois des fluides ; 1°. des preuves physiques, qui sont fondées sur la pure contemplation de la nature, sur la figure et les autres propriétés des petites particules des fluides, considérées séparément, et les phénomènes qui en résultent ; 2°. des preuves mathématiques ; car, en considérant les liquides comme des solides, et les divisant en plans, cocolonnes, etc. et exprimant leurs différentes hauteurs, pesanteurs et vitesses, par des caractères algébriques, il est aisé, suivant les règles de l'art, de former des théorèmes, qui sont autant de lois hydrostatiques ; 3°. des preuves expérimentales ; car il est aisé de prouver toutes ces lois par des expériences sans nombre.

cifiques des liqueurs : prenez un morceau de plomb que nous supposons peser 455 grains ; le même corps ne pesera plus, dans l'huile de vitriol, que 379 grains, et, dans l'eau commune, que 414 grains : dans le premier cas, la diminution est de 76 grains, et dans le dernier, de 41 grains. Donc la gravité de l'eau commune est à celle du vitriol, comme 76 est à 41 ; c'est-à-dire presque le double de pesanteur.

Nous ne pouvons, en parlant de la pression des fluides, passer sous silence une chose bien singulière, c'est que quelque pesanteur qu'ait un corps, il est fort possible de le faire surnager dans les liqueurs, pourvu qu'on sache quelle est sa gravité spécifique. Par exemple, puisque la gravité spécifique de l'or est à celle de l'eau, comme 19 est à 1, si vous tenez un louis d'or au fond d'un tube de diamètre égal, (de sorte que l'eau ne puisse pas y entrer) par le moyen d'une corde ; et qu'ensuite vous enfonciez le tube dans l'eau de plus de 19 fois l'épaisseur du louis d'or, et que vous laissiez aller la ficelle, le louis d'or ne coulera pas à fond ; mais se tiendra suspendu par la pression de l'eau qui se trouvera dessous, qui est alors plus forte que la puissance de gravité du louis d'or ; et par ce moyen vous viendrez à bout de faire nager un corps, quelque grand, solide et pesant qu'il puisse être.

Comme nous traiterons, au chapitre intitulé *de la Physique générale et particulière*, de

la nature de l'eau, nous allons donner ici quelques détails sur la mer, et d'abord sur sa profondeur; nous rapporterons à cet égard ce que dit Varenius : il assure que la profondeur de la mer ne peut être sondée en certains endroits, et que dans les autres elle varie beaucoup, et qu'elle est quelquefois de $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{22}{30}$, $\frac{1}{2}$ de lieue, et plus profonde dans d'autres endroits, mais beaucoup moins dans les baies que dans les océans. La profondeur de la mer a beaucoup d'analogie avec la hauteur des montagnes, autant qu'on a pu le découvrir jusqu'à présent. Quant à la salure des eaux de la mer, on juge, avec beaucoup d'apparence de raison, que cette qualité vient d'une grande quantité de mines et de montagnes de sel, dispersées çà et là dans le fond de la mer. Le sel se dissout et se délaye continuellement dans les eaux; la mer est par-tout imprégnée de ces particules; c'est pour cela qu'on n'a pu, avant Déparcieux qui en a trouvé le secret, parvenir à dessaler cette eau (1).

La salure de la mer conserve son eau pure et saine; sans cela elle se corromproit, et répandroit une mauvaise odeur, comme un lac empesté; les poissons n'y pourroient exister. De plus, l'eau qui est salée n'est pas si sujète

(1) On trouvera dans la suite de ce recueil, au chapitre où nous traiterons de l'histoire naturelle en particulier et en détail, d'autres causes de la salure de la mer.

à geler que l'autre; ce qui rend la navigation plus libre qu'elle ne seroit sans cela.

Voici les raisons les plus plausibles qu'on peut donner de ce que la mer n'augmente point. La première est que les eaux de la mer se rendent dans les différens cantons de la terre, par des souterrains et des aqueducs; la seconde est que la grande quantité de vapeurs qui s'élèvent de la mer et qui tombent sur la terre, font seulement les eaux, mais ne les augmentent point. On a trouvé par le calcul, qu'il peut s'élever en un jour d'été, en vapeurs, 5,280,000,000, ou 5,280 millions de tonneaux d'eau sur la Méditerranée; cependant cette mer ne reçoit pas, des neuf grandes rivières qui s'y déchargent, plus de 18,270,000,000, ou 18,270 millions de tonneaux d'eau par jour; ce qui ne fait qu'un tiers de ce qui pourroit s'évaporer d'eau en un jour. Ainsi, l'on doit plutôt s'étonner de ce qu'elle ne diminue pas, que de ce qu'elle n'augmente pas.

Après avoir expliqué les propriétés générales de la mer, ce seroit ici le cas de développer le phénomène si commun et si surprenant, appelé les marées ou le flux et reflux de la mer; mais nous avons suffisamment expliqué cet objet dans un des chapitres du tableau général des progrès des connoissances humaines, au premier volume de cette collection, et dans le chapitre où nous traiterons en détail de la physique. Il nous reste à faire voir quelle est l'origine des fontaines et des sources.

Il y a deux sortes de fontaines ou de sources, 1°. celles qui coulent dans l'hiver et tarissent dans l'été ; on les appèle passagères ; 2°. celles qui coulent constamment, et qu'on nomme perpétuelles. Les sources passagères tirent en général leur origine des grandes pluies : on suppose que les sources perpétuelles ou permanentes tirent leurs eaux de l'océan, d'où elles s'insinuent, par des conduits et des passages étroits, à travers les entrailles de la terre, et vont aboutir à différens endroits de sa surface, où elles forment des ruisseaux ; mais il y a beaucoup de personnes qui pensent que les pluies, et sur-tout les vapeurs qui s'élèvent de la mer, sont reçues au sommet des montagnes dans différens réservoirs, filtrent de-là dans le sein de la terre, et forment les ruisseaux et les fontaines.

Les eaux ont des qualités différentes, suivant le sol ou la terre par où elles passent; ainsi, les eaux qui traversent des couches de terres métalliques, entraînent avec elles quelques particules métalliques ou minérales, et par ce moyen participent à la qualité de ces métaux ou minéraux ; c'est pour cela qu'on les appèle *eaux minérales*. Il y en a de plusieurs sortes, comme d'acides, d'amères, de chaudes, de froides, d'huileuses ou grasses, de colorées, de bouillantes, de pétrifiantes, de salées, etc. C'est ce qui constitue les différentes espèces d'eaux médicinales ; ainsi, ces eaux bouillantes sont échauffées par des feux

souterrains et des vapeurs de soufre, et autres matières inflammables. Celles qui sont salées, tirent cette qualité d'une grande abondance de sel qui se trouve dans la terre par laquelle elles passent ; et celles qui sont huileuses, etc. d'une substance bitumineuse et sulfureuse, fondue par la chaleur dans les entrailles de la terre ; et ainsi des autres, etc.

A l'égard des rivières, il y en a qui tirent leurs eaux de plusieurs sources, et de la jonction de plusieurs ruisseaux ; d'autres sont formées non-seulement par les causes dont nous venons de parler, mais encore par les neiges fondues, les vapeurs condensées, etc ; mais, en général, comme les ruisseaux viennent des vapeurs de la mer, reçues dans les réservoirs qui sont aux sommets des montagnes, les rivières sont formées par les vapeurs de la mer, qui est ainsi tout-à-la-fois leur tombeau et leur berceau.

Nous avons expliqué ce que la terre contient dans ses souterrains ; nous avons suivi les propriétés des fluides et les lois du mouvement, à l'égard de l'eau ; nous allons traiter maintenant de ce qui embélit la surface de la terre, de ce qui sert d'aliment, d'abri ou de vêtement à la plupart des êtres vivans, ou ce dont ils tirent de quoi se loger, se vêtir, se nourrir. Cette connoissance s'appèle botanique. Nous en parlerons ici très-brièvement, soit parce que nous en avons déja donné une idée générale dans l'analyse des connoissances

humaines, au premier volume de cette collection, soit parce que nous consacrerons un article particulier à cette science, au chapitre où nous traiterons de l'histoire naturelle en détail, à la suite de la physique générale et particulière.

La botanique donne la description physiologique des plantes et des végétables ; elle explique ou cherche à expliquer la végétation, la production, la semence ; elle traite de la racine, de la tige, tuyau et tronc ; des bourgeons, feuilles et fleurs ; du fruit, etc. ; de la transpiration des plantes, etc.

On entend par végétaux, tous les corps naturels qui naissent et reçoivent leur accroissement de parties formées organiquement, ou qui servent comme d'instrumens pour conduire les principes de la vie végétative, mais qui n'ont pas, du moins à un certain point, de vie et de sensation ; telles sont les plantes, les arbrisseaux et les arbres.

Par vie végétative ou végétation, on entend cette faculté ou qualité qu'ont les plantes, par laquelle elles tirent de la terre leur nourriture, ou les sucs nourrissans qui, circulant dans leur substance, leur font étendre et développer leurs parties par degrés, jusqu'à ce qu'à la longue, chaque partie ait acquis la forme et la situation qui lui sont propres, et que la plante soit ainsi arrivée à sa perfection. Nous disons que la vie végétative et l'accroissement des plantes et des arbres, viennent des

sucs de la terre, et non de la terre elle-même. En voici la preuve : Boyle a trouvé, par des expériences, qu'une plante de trois livres, et ensuite une autre de 14 livres, ont été produites par une certaine quantité de terre, arrosée seulement par la pluie et par de l'eau de fontaine, sans que cette terre ait presque rien perdu de son poids ; car il l'avoit pesée immédiatement avant et après la production des plantes. Cela prouve incontestablement que les plantes reçoivent leur accroissement et leur pesanteur de l'humidité de la terre, et non de la substance même de le terre. Nous allons cependant en donner une preuve encore plus convaincante : Vanhelmont fit sécher 200 livres de terre, et y planta un saule du poids de 5 livres, qu'il arrosa de pluie ou d'eau distillée ; et, pour mieux s'assurer qu'on n'y remettroit point d'autre terre, il le couvrit d'un couvercle d'étain percé de trous ; au bout de cinq ans, il pesa l'arbre avec toutes les feuilles qui y étoient nées alors, et trouva qu'il pesoit 169 livres trois onces, et que la terre n'avoit perdu que deux onces de son poids.

Si l'on demande maintenant comment s'explique la première génération, ou production des plantes, nous dirons que les plantes et végétaux sont immédiatement produits et engendrés de quelque plante-mère, ou végétable de la même espèce. Mais, comment peut-il se faire qu'on trouve souvent des plantes dans des lieux où l'on n'a jamais rien semé, ni planté?

Il y a trois réponses différentes à donner à cette question : 1°. il peut se faire que ces plantes viennent de semences qui soient cachées dans la terre depuis plus long-tems que l'âge d'homme ; car, il y a des graines qui conservent leur fécondité pendant 40 ou 50 ans ; 2°. elles peuvent venir de semences que le vent y aura apportées, et qui échappent à la vue, à cause de leur extrême petitesse ; 3°. ces graines peuvent bien y avoir été déposées dans le fumier des animaux, et ensuite y avoir pris de l'accroissement. Cependant il n'y a rien de plus propre à détruire la doctrine de la production spontanée, ou génération équivoque des plantes ou des animaux (1). Il nous faut dire maintenant comment on croit que se fait la production de toute plante par la semence d'une plante de la même espèce : les physiologistes modernes prétendent que chaque graine contient en elle, ce qu'ils appèlent *plante séminale*, c'est-à-dire, que la plante qui est produite de la semence, est réellement et formellement contenue en miniature dans la graine, avant qu'elle soit semée ; et que, lorsqu'elle est

(1) On entend par production spontanée des plantes, leur accroissement d'elles-mêmes, et sans semence : c'est ce qu'on appèle *génération* équivoque dans les animaux, c'est-à-dire qu'ils se produisent sans le secours des autres animaux par accouplement.

semée, les parties de la plante séminale, alors dans l'état d'embryon, commencent à végéter, se développer, s'étendre, et enfin brisent l'enveloppe de la semence, et sortent de leur état primitif d'embryon. C'est le microscope qui a donné lieu à cette opinion sur la production des végétables. Car, on a découvert par ce moyen, et apperçu dans chaque graine séparément, le *stamen* (1) enveloppe de la plante future; ce qui est un spectacle bien agréable et bien curieux. Suivant cette nouvelle doctrine, la première semence originaire de chaque espèce contenoit, au tems de la création, toutes les semences et les plantes futures qui en ont été produites dans les siècles suivans; et cependant, elles n'étoient pas plus grosses que celles que nous voyons aujourd'hui. Ainsi,

(1) On entend par *stamen*, ces rudimens ou parties simples et primitives d'une plante, ou d'un animal, qui existent d'abord dans la graine ou dans l'embryon, et qui, par la distinction et l'accrétion des sucs nourriciers, s'étendent d'elles-mêmes jusqu'à leur plus grande grosseur; et alors on dit que la plante ou l'animal est formé entièrement, ou parvenu à son état de maturité. Cela s'appèle aussi germe, ou plantule, dans les plantes; on l'apperçoit aisément dans toutes les graines à l'aide du microscope, et dans quelques-unes sans microscope, comme les féves, et sur-tout les haricots, dans la semence desquels on peut voir jusqu'aux petites côtes des feuilles de la plante, qui ne doit être produite que l'année suivante.

un

un de nos petits pois blancs, (qui peut en produire plus de cent autres chaque année) a pu, au tems de la création, contenir dans son petit corps globulaire, qui n'a pas plus d'un quart de pouce de diamètre, tout le produit annuel de pois, de cosses, de feuilles et de tiges, qu'il y a eu jusqu'à présent.

Mais, voici un calcul qui causera encore plus d'étonnement. Supposons que, dans l'exemple que nous avons cité, un pois blanc en produise cent autres la première année; ces 100 pois en produiront chacun 100 autres la seconde année; ainsi, il y aura en tout 10000, qui, dans la troisième année, en produiront 1000000, la quatrième année 100000000, et ainsi de suite, en augmentant chaque année en proportion géométrique, dont la raison commune est 100; de sorte que le produit dans chaque année, sera exprimé par un nombre, composé d'une unité suivie de deux fois autant de zéros qu'il y aura d'années: en supposant donc que l'âge du monde est 5752 ans, il faudroit, pour exprimer tous les pois qui auroient pu être produits d'un seul pendant ces 5752 ans, un nombre composé d'une unité, et 11504 zéros: mais le nombre de pois (en supposant qu'on en puisse ranger 50 dans l'espace d'un pied de longueur) que pourroit contenir un cube circonscrit autour de l'orbe de la planète de Saturne, qui a 5180000 lieues de diamètre, n'auroit besoin que de 44 places de figures pour l'exprimer. La quantité de pois produits pendant 5752 ans,

égaleroit donc un nombre de ces cubes immenses, qui ne pourroit être exprimé que par 11460 chifres. Ajoutez maintenant à ce calcul celui qu'il faudroit faire, dans la même proportion géométrique, pour le nombre de pois produits, dans cette supposition, pendant 47 ans qui se sont écoulés depuis l'époque que nous avons prise dans notre calcul jusqu'à l'année présente 1797, c'est-à-dire, qu'il y a 5799 ans depuis la création, et vous aurez un resultat, ou plutôt vous n'en aurez d'autre que celui de voir que cela va beaucoup au-delà de toute comparaison, et de la pensée même, sans compter une quantité de matière bien plus considérable employée en tiges, cosses, racines, feuilles, etc. Un petit pois peut donc contenir la quantité de matière qui seroit suffisante pour remplir des millions de millions de mondes. Mais l'Être suprême a tout organisé de manière que tout germe ne produit pas. C'est la seule réponse qu'on peut donner à ceux que le calcul que nous venons de faire porteroit à révoquer en doute le système que nous avons développé.

Voyons maintenant quel est l'ordre que la nature observe pour faire croître dans la terre une plante sortie d'une graine. La méthode de la nature dans cette occasion, comme dans tous les autres ouvrages, est admirable : on en va juger par l'exemple d'une racine de féve, dont le mécanisme et la construction, sont fort curieux. Dans la première figure du n°. 2 de

l'Atlas, A, B représentent les deux lobes de la féve fendue, qui sont joints ensemble en O par un petit filet blanc; vous voyez dans chaque lobe les ramifications *aaa* de ce qu'on appèle la racine de la semence *ee*, qui s'étendent par tout le corps de la féve : ces ramifications de la racine séminale *ee*, nourrissent la petite tige, ou racine terrestre o c (qui descend en bas avec la pulpe, ou matière de la féve (préparée par la fermentation de la terre), jusqu'à ce que cette racine soit en état de pénétrer en terre, et d'étendre ses parties suffisamment pour tirer, des sucs et de l'humidité de la terre, des nourritures pour elle-même, et pour la plante qu'elle doit entretenir : car, il sort de cette racine terrestre, une tige f, qui s'élève en haut, et que le docteur Grew appèle la *plume ;* et c'est dans cette plume, et dans la racine qui est en terre, qu'est contenue en petit toute la plante future. La matière, ou substance de la féve sert autant à la racine séminale, que le jaune de l'œuf au petit poulet dans l'état d'embryon, ou bien comme la terre sert ensuite à la racine terrestre elle-même.

Lorsque la matière, ou la substance de la féve a mis la racine terrestre en état de pousser en terre, et d'en tirer sa propre nourriture, alors la matière de la féve, au moyen de la racine séminale, tourne tout au profit de la plume, et la fait ensuite pousser en haut pour y former le tronc ou la tige de la plante.

Si l'on demande maintenant que deviennent les lobes A B de cette semence, quand la racine qui est en terre, n'a plus besoin de leur secours, nous dirons que, dans la plupart des graines, ils poussent hors de terre avec la *plume*, après quoi ils *forment* les feuilles séminales, comme dans les concombres et les haricots. Les effets et l'usage de ces feuilles séminales sont si nécessaires, que, si on les ôtoit, la plante ne croîtroit pas; ou du moins, si elle prenoit quelque accroissement, elle ne seroit jamais complète, mais toujours défectueuse : tel est l'avis du savant Malpighi; les physiologistes sont partagés dans leurs opinions au sujet de l'utilité particulière que les plantes retirent de ces feuilles.

Nous allons expliquer d'une manière plus détaillée, comment la racine de la plante prend la nourriture qui la fait croître et augmenter; pour cet effet, nous devons faire voir la fabrique et la construction d'une racine, et anatomiser, pour ainsi dire, aux yeux ses différentes parties; ensuite nous en ferons comprendre l'usage. Pour cela nous choisirons deux racines; savoir : 1°. une racine d'absynthe (figure 2, n°. 3 de l'Atlas); 2°. une racine de raifort (figure 3), dans chacune desquelles T représente la racine coupée transversalement, telle qu'on la voit sans verre; les autres grandes figures qui représentent un quart de cercle, sont chacune une quatrième partie de la section précédente T vue dans le micros-

cope ; ces divisions, grossies de la sorte, font voir les différentes parties organiques dont la racine est composée, et au moyen desquelles la végétation s'opère. Que de découvertes merveilleuses ont été réservées à ce siècle, par celle du microscope ! on en va juger par les différentes apparences de ces sections magnifiées et agrandies par cet instrument. Nous allons exposer ces apparences dans l'ordre suivant :

1°. A *b* est la peau ou membrane extérieure qui enveloppe la racine ; 2°. depuis A jusqu'à C dans la racine d'absynthe, est l'écorce qui est une substance membraneuse composée en partie d'un grand nombre de petites vésicules B B B ; la même est représentée par A B dans la racine de raifort ; elle est aussi composée en partie d'une substance boiseuse, comme depuis B jusqu'à L ; 3°. le bois de la racine est toute cette partie qu'on voit entre B et E dans la racine de raifort, et depuis C C jusqu'au centre dans la racine d'absynthe ; 4°. le bois de la racine est aussi composé de deux substances différentes, dont l'une est ligneuse, et proprement le bois E E E ; et l'autre parenchimeuse, semblable à celle de l'écorce, comme D D D qui s'insère régulièrement entre les portions du bois : ces substances sont fort distinctes dans la racine d'absynthe ; mais on ne les apperçoit pas si bien dans le raifort et autres racines ; 5°. on voit dans le bois les orifices de différens tubes ou veines creuses *a a a*, qui

forment l'embouchure des conduits à air; 6°. depuis G jusqu'à E dans le raifort, il y a un autre petit cercle de vaisseaux semblables à ceux de l'écorce; 7°. enfin depuis E jusqu'au centre dans le raifort se trouve la moëlle composée d'une même substance parenchimeuse et spongieuse que les vésicules qui forment l'écorce et une partie du bois; mais la moëlle n'est pas commune à toutes les racines : car, vous voyez qu'il n'y en a point du tout dans la racine d'absynthe (1).

Voici l'usage des différentes parties des racines que nous venons de décrire : les vésicules que vous voyez dans l'écorce, en font une substance spongieuse, qui, par conséquent est propre à recevoir et sucer les parties aqueuses de la terre, imprégnées des principes de la vie végétative et de l'accroissement : cette eau imprégnée que boit l'écorce, est ce que nous appelons la séve; la peau de la racine sert comme d'un filtre pour passer la séve, et la purifier à son entrée dans la racine; 2°. la séve ainsi filtrée, et introduite dans la racine, fermente dans la substance de l'écorce, et par-

(1) On se servoit anciennement du mot *parenchima* pour désigner cette substance charnue qui remplit les interstices des vaisseaux dans les entrailles, et qui leur donne leur grosseur; comme dans le foie, les reins, etc. Dans la suite on s'en est servi, pour signifier les parties molles et spongieuses de tout corps, comme des feuilles.

là devient plus élaborée, et s'insinue plus aisément d'elle-même dans la substance parenchimeuse de la racine. Après quoi, la séve est forcée, tant par l'impulsion de la nouvelle séve, que par le mouvement impulsif des vésicules tendues du parenchime, à entrer dans les autres parties de la racine, et est toujours filtrée de plus en plus en passant d'une vésicule à une autre; 3°. la séve, ainsi distribuée dans toute la racine, fournit à ses parties organiques les principes de nutrition, dont chacune a besoin; et ainsi, par l'application constante de ces principes nourrissans, la racine reçoit, dans chacune de ses parties, son accroissement, sa solidité, et le mouvement et la vie végétative.

Les tuyaux, qu'on appèle conduits à air, conduisent au-dedans d'eux une espèce particulière d'air ou vapeur végétable qui sert à faire fermenter la séve, lorsqu'elle commence à entrer dans la partie ligneuse, afin d'en mieux procurer l'assimilation et l'union.

Bien des personnes sont étonnées de voir qu'il y a des racines de plusieurs plantes, qui, lorsqu'on les a coupées, jètent un suc, ou liqueur semblable à du lait, tandis que d'autres rendent une liqueur aqueuse. La raison en est que, dans chaque racine, le fluide ou la liqueur de chaque partie organique, se fait principalement par la différente filtration de la séve à travers les côtés de la racine; ainsi, les côtés de racine qui donnent un passage

plus libre aux parties aqueuses de la séve, contiennent une lymphe ou eau claire ; c'est pourquoi on les appèle conduits de la lymphe, et selon qu'ils sont plus nombreux dans les racines, ces racines répandent une lymphe, quand on les coupe : au contraire, les vaisseaux, qui sont disposés à recevoir plus abondamment la partie huileuse et balsamique de la séve, sont appelés vaisseaux lactés, et les racines qui contiennent une grande quantité de ces vaisseaux, répandent, quand elles sont coupées, une liqueur lactée, huileuse et balsamique.

Quand la racine est ainsi formée, et revêtue de ses différentes parties organiques de végétation, voici le premier pas que fait la nature pour parvenir à la production de la plante : la racine étant alors devenue la nourricière de la plante future, extrait de la terre, au moyen de ses vaisseaux, des sucs et des alimens propres à la végétation qu'elle administre et communique à la plume ou plante séminale (nourrie jusqu'alors de la substance de la graine par la racine ou les feuilles séminales), et la fait pousser avec vigueur, s'accroître, s'enfler par degrés, et développer toutes ses tiges, branches, bourgeons, feuilles, fleurs et semences, qui toutes sortent de différentes parties de sa tige ou de son tronc.

Le même mécanisme, ou appareil de parties organiques, est continué de la racine au tronc

de la plante, pour y porter cette substance végétale ; pour le prouver, nous avons emprunté du docteur Grew la figure 4, n°. 3 de l'Atlas, dans laquelle T représente le quart d'une section de branche de noisetier, telle qu'elle paroît à l'œil ; A G B est la même telle qu'elle paroît à travers un bon microscope ; A B en est la peau ; A B C D est l'écorce ; Q Q Q le parenchime des vessies, ou vaisseaux de la séve ; H I est un cercle de vaisseaux d'une espèce particulière ; P P sont les conduits ordinaires de la séve ; C D E F la substance du bois de trois ans ; K L F E le bois de deux ans ; M N E F le bois de la première année ; X X les insertions parenchimeuses ; O la moëlle pleine de vésicules : les parties noires sont le bois solide. Ce grand nombre de trous qu'on y apperçoit, sont les embouchures des conduits à air ; vous voyez dans cette figure que la constitution organique du tronc est la même que nous avons déja fait remarquer dans la racine. Cela prouve le rapport et l'analogie merveilleuse qui se trouve dans l'organisation des végétaux. Mais, continuons : la séve nourricière monte la première année de la naissance d'une plante par les vaisseaux de la moëlle ; après quoi, la moëlle devient sèche, et continue toujours à l'être ; 2°. la partie suivante, à travers laquelle la séve monte, est le bois ; c'est par les conduits à air qu'elle passe, et ce n'est que dans la saison du printems ; 3°. la troisième partie par laquelle la séve monte dans

la plante, est l'écorce ; et cette opération se fait la plus grande partie de l'année : telle est la théorie générale du mouvement de la séve (1).

Nous avons dit que la racine et les branches ont des conduits à air; il faut voir maintenant par quelle partie de la plante l'air s'insinue d'abord : il s'insinue dans les plantes principalement par la racine avec la séve ; mais il entre aussi plus ou moins par le tronc, les feuilles, ou autres parties de la plante ; l'air ou la partie de la séve qui contient de l'air, montant ainsi par les canaux qui lui sont propres, se fil-

---

(1) C'est le sentiment du docteur Grew : mais comment la séve monte-t-elle, et quel cours prend-elle, après avoir été filtrée dans la racine ? est-ce par l'écorce, par la moëlle, ou par le bois, ou par toutes ces parties, comme nous l'avons dit ci-dessus ? C'est une question fort controversée ; mais nous préférons l'opinion du docteur Grew. Il y a des naturalistes qui soutiennent fortement que la séve circule dans les plantes et dans les arbres ; mais Halles n'en veut pas convenir, et s'efforce de prouver le contraire, dans sa Statique des végétaux.

Bœrhaave dit que, puisque la séve vient de la terre, elle doit être composée de quelques parties fossiles, de quelques parties détachées de l'air et de la pluie, et d'autres tirées des animaux, plantes, etc. corrompues ; et qu'ainsi il y a dans les végétaux toutes sortes de métaux, puisque leurs cendres donnent toujours quelque chose que l'aimant attire.

tre à travers ces vaisseaux dans les vésicules du parenchime qui s'insère dans le bois, et se distribue de cette manière dans toutes les parties de l'arbre ou de la plante (1).

Si l'on demande pourquoi les tiges de quelques plantes sont creuses en dedans; c'est en partie pour procurer au fruit, ou à la graine, une maturité plus prompte, par le moyen de l'air qui s'insinue en plus grande abondance dans ces tiges creuses, et en partie pour mieux fixer le véritable âge de la plante; car, l'air renfermé dans cette cavité, dessèche la séve, en rétrécit les canaux jusqu'au point d'empêcher la séve d'y avoir son mouvement libre; d'où il arrive que la plante doit périr nécessairement: c'est pour cela que la plus grande partie des plantes annales ont la tige creuse.

Nous allons dire d'où procède la forme et la configuration du tronc des plantes et des arbres: elle vient sur-tout de l'air renfermé dans les conduits à air; ainsi, la plupart des arbrisseaux ont les conduits à air plus nombreux, et beaucoup plus petits que les autres plantes; ces tuyaux, cédant ainsi plus aisément à l'attraction magnétique de l'air extérieur, s'étendent plus au large: en s'étendant ainsi, les canaux à air pénètrent plutôt, et plus fa-

---

(1) Halles a prouvé, par des expériences curieuses, que toutes les plantes transpirent considérablement: il a même calculé cette transpiration.

cilement, l'écorce, et produisent des rejetons et des branches latérales, dès que la plante est sortie de la racine ; et de cette manière la plante devient un arbrisseau ; mais si ces canaux à air sont grands, comme dans le chêne, le noyer, l'orme, etc. ils ne cèdent pas si aisément, et ne sortent pas par les côtés ; et ainsi le tronc devient plus gros et plus uni.

La raison pour laquelle certains arbres ont le tronc délié et menu, tandis que d'autres l'ont épais et gros, se tire de la position des tuyaux à air ; car, plus ils sont disposés circulairement autour du centre en forme d'anneaux, comme dans l'orme et le frêne, plus l'arbre devient grand et allongé à proportion, et en même tems moins épais ; mais, quand ces vaisseaux s'étendent plus au large, et sont placés en lignes qui partent du centre, comme dans le chêne, etc. alors l'arbre devient plus épais, parce que l'accroissement diamétral du bois, se fait plus aisément dans ce cas que dans tout autre ; c'est aussi par cette raison générale que les arbres deviennent ronds ou angulaires.

Ce qui fait que les troncs de plusieurs arbres ont des jointures ou nœuds, c'est qu'en formant la branche ou rejeton, l'écorce et sa substance boiseuse, au sortir de la tige, s'éloignent de la position perpendiculaire pour en prendre une transversale, et qu'à mesure qu'elles croissent et poussent ensemble, elles se joignent et s'unissent, et forment un nœud.

Voici l'usage de ces nœuds ; ils ont deux avantages : 1°. ils fortifient la tige ; 2°. ils contribuent à donner à la plante un accroissement plus parfait ; car les nœuds servent à filtrer et à transmettre aux parties supérieures de la plante et aux fruits, des sucs plus rafinés.

Voici comme on explique la production et la composition des feuilles : leurs parties sont essentiellement les mêmes que celles des branches ; leurs peaux sont la continuation de celle des branches ; les fibres ou nerfs dispersés dans les feuilles, ne sont que des ramifications du bois de la branche ou du corps ligneux ; la substance parenchime qui occupe les intervalles des fibres, n'est rien autre chose que la continuation du corps cortical ou de la substance de l'écorce qui environne la branche.

L'utilité des feuilles est qu'elles servent, 1°. à se défendre les unes les autres de l'injure de l'air, aussi bien qu'à conserver la fleur dans le bourgeon, et même les fruits dans quelques plantes ; 2°. à augmenter l'arbre ou la plante ; car une plante ou un arbre tire de ses feuilles la faculté de s'étendre ou de s'accroître ; 3°. elles servent à épurer et préparer de plus en plus la séve dont les parties les plus grossières sont arrêtées dans les feuilles ; au lieu que les parties les plus essentielles et les mieux préparées sont portées à la fleur, au fruit et à la semence, comme l'aliment qui leur convient le mieux ; 4°. elles servent à la transpiration ; car ces orifices qu'on remar-

que dans les feuilles, font les mêmes fonctions dans les arbres, que les pores dans le corps humain, c'est-à-dire, qu'ils occasionnent dans les plantes une transpiration invisible. 5°. Les feuilles, ainsi que les fruits et les fleurs, purifient ou méphitisent l'atmosphère; effets subordonnés à la présence ou à l'absence de la lumière. Cela est prouvé par les expériences d'Ingenhouse, etc.

Voici ce qu'on remarque dans les fleurs des plantes : 1°. l'empalement, le calice ou le godet qui contient la fleur, et qui est destiné à garder et à mettre en sûreté les autres parties de la fleur; 2°. la foliation ou la composition des feuilles qui sont de différentes formes et couleurs, et dont les parties constituantes sont les mêmes que celles des feuilles; savoir : une peau, de la pulpe et des tuyaux à séve et à air; 3°. au milieu des feuilles, se trouvent les filets, c'est-à-dire, ces petites tiges droites avec leurs étamines et le péristile qui est au milieu : telles sont les parties générales dont la fleur est composée. Nous allons dire actuellement l'usage de ces différentes parties de la fleur. Le calice sert d'abord à défendre la fleur lorsqu'elle est dans l'état d'embryon, et ensuite à en soutenir les feuillages, et à contenir dans une posture convenable les feuilles qui, sans ce secours, seroient abattues et pendantes. Les feuilles de la fleur défendent les étamines et même le fruit dans certaines plantes; elles servent aussi à rafiner et séparer les parties de

la séve, pour perfectionner davantage la graine: les étamines sont un ornement et une marque de distinction dans les fleurs ; elles fournissent aussi de la nourriture à plusieurs sortes de petits animaux qui y font leur demeure, du moins dans le creux du pistille ; enfin on suppose qu'elles servent comme de sperme mâle (1), pour féconder et faire fructifier la graine.

---

(1) Qu'il y ait différence de sexe dans les plantes, que les unes soient mâles, d'autres femelles, et la plupart hermaphrodites ; que la fleur soit la partie honteuse de la plante dont elle contient les parties destinées à la génération ; ce sont des points que les naturalistes regardent comme certains.

Les parties mâles d'une fleur sont les filets et leurs étamines, ou petites sommités, qui contiennent une poussière très-subtile, qu'on regarde comme la semence, ou le sperme de la plante. Les parties femelles sont le pistil, qui sert à recevoir la semence, et une espèce de caisse ou réservoir qui renferme la graine qu'on voit au fond du pistile, et qu'on regarde comme la matrice de la plante.

Il y a des plantes dont la fleur n'a que les parties mâles, et elles ne portent jamais de fruit ; d'autres n'ont que les parties femelles, et portent du fruit. Il y a d'autres plantes, comme les concombres, les melons, les gourdes, le noyer, le chêne, le hêtre, etc., dans lesquelles les fleurs mâles naissent à quelque distance des fleurs femelles : mais, 5°. la plupart des plantes sont hermaphrodites, ou bien ont dans la même fleur les

Passons à la nature et à la composition du fruit.

La nature en général et la composition sont les mêmes dans tous les fruits ; c'est-à-dire, que tous les fruits ont les mêmes parties essentielles et vitales, qui ne sont que la continuation de celles dont nous avons déja fait

---

parties mâles et femelles, comme le lys, le polianthe, etc. 6°. les savans n'ont pas encore découvert d'une manière bien positive comment les plantes sont engendrées et deviennent fécondes : on convient en général que la poussière qui tombe des étamines, est reçue par le pistil qui la porte dans le réservoir de graine au-dessous, où cette poussière féconde la semence qui y est contenue : il y auroit bien des choses à dire pour et contre cette hypothèse.

Nous devons rappeler ici qu'il est très-aisé de disséquer les feuilles des plantes ; on en fait un squélette, de la manière suivante : on amasse les feuilles, quand elles sont mûres et déja vieilles, mais avant cependant qu'elles soient sèches ; ensuite on les fait tremper dans un vase plein d'eau, qu'on remplit à mesure que l'eau s'évapore. Un ou deux mois après, les feuilles commencent à se corrompre et à s'amollir, et la pellicule, ou peau mince qui couvre la feuille des deux côtés, se détache de la partie charnue de la même feuille. Il faut ensuite mettre tremper les feuilles dans un grand bassin d'eau, où il y ait assez d'espace pour presser la substance charnue ou verte de la feuille, qui s'en séparera facilement et sans effort, et ne laissera que les fibres décharnées. Nous avons quel-

remarquer

remarquer que les autres parties de la plante sont composées ; mais de la différente constitution et conformation de ces parties, il résulte plusieurs sortes de fruits très-différens, comme les pommes, les poires, les prunes, etc.

Voici les parties qui composent ces différens fruits en particulier. La pomme est composée de quatre parties ; savoir : la pelure, la

---

quefois mis des feuilles dépouillées de leurs pellicules ou membranes sur du papier ; et après les y avoir laissé sécher un peu, nous n'avons fait que prendre ces feuilles par la queue, nous les avons enlevées adroitement, et le squélette de la feuille s'est séparé de lui-même de la pulpe, qui est restée attachée au papier. On peut de la même manière préparer les fruits, et en faire la dissection, comme des pommes, etc. Pour cela il faut que ces fruits soient sains et bons ; on les pèle proprement, et on les fait bouillir doucement, jusqu'à ce qu'ils soient entièrement amollis ; ensuite, on les retire du feu, et on les met dans un bassin plein d'eau froide ; on tient le fruit par la queue, d'une main ; et avec le doigt et le pouce de l'autre, on en presse doucement la chair ; après quoi, on conserve le squélette dans de l'esprit de vin rectifié.

Les carottes, et autres racines, qui ont les fibres ligneuses, doivent être mises sur le feu pour bouillir sans avoir été pelées, jusqu'à ce qu'elles aient été amollies, et que la pulpe s'en détache d'elle-même : il y a, non-seulement bien des sortes de racines, mais même des écorces de certains arbres, qu'on peut disséquer de la même manière, et qui présentent aux yeux la méthode rare et curieuse de la végétation.

chair, les fibres branchues et les pepins : on en distingue cinq dans la poire ; savoir : la pelure, la chair, les fibres branchues, la partie pierreuse et la partie acide. La prune (à laquelle on peut rapporter la cerise, l'abricot, la pêche, etc.) a quatre parties distinctes ; la pelure, la chair, les fibres branchues et le noyau. La fraise a quatre parties ; la peau, la chair, les fibres branchues et la graine ; la noix en a trois, savoir : le brout, la coquille et la chair. Le docteur Grew a traité fort au long de tous ces fruits dans son anatomie des plantes.

Les fruits communiquent à la graine une séve plus parfaite et plus convenable ; car le fruit fait le même office par rapport au fruit ; c'est-à-dire, que la séve se purifiant et s'exaltant dans le fruit, arrive à la graine dans un état bien plus parfait.

Il faut voir maintenant ce que c'est que la graine dans son état de génération. La graine est l'origine de la végétation, mais elle en est aussi la fin dernière et la perfection : on a déja vu de quelle manière elle contribue à la végétation ; voici comment se fait sa génération : la séve, ayant éprouvé dans la racine, le tronc et les feuilles, plusieurs degrés de cuissons et plusieurs sécrétions, arrive enfin à la graine dans un état de maturité ; nous avons dit qu'elle reçoit encore une plus grande préparation dans le fruit. La partie la plus essentielle de la séve, passe dans cette partie des ramifications, appelée la branche

séminale, qui, à cause de sa longueur et de sa délicatesse, donne encore un plus grand degré de maturité à la séve qui y passe : dans cet état, elle est portée à travers la branche de semence dans les enveloppes de la graine, comme dans une matrice. La partie de la séve la moins parfaite s'arrête à l'enveloppe extérieure, et la plus fine est transmise dans l'enveloppe intérieure où elle reçoit encore une préparation en fermentant ; de-là elle est filtrée, par une peau fort délicate, dans la partie ou substance la plus intérieure de la graine, et y devient une liqueur propre à donner l'être à l'embryon dans la graine, ou à la faire végéter et sortir de la plume.

Avant de quitter le sujet des plantes, nous allons parler de la mousse, des champignons et de ces excroissances fongueuses qui s'attachent aux côtés des arbres.

Les champignons, la mousse et les autres substances fongueuses, forment une classe de plantes bâtardes, ou qu'on peut appeler excrémentielles, puisqu'elles naissent entièrement des corps des autres plantes, ou d'une espèce de mucilage visqueux de la terre : à la vérité, elles croissent et jètent des racines dont quelques-unes sont insérées dans les fibres de la plante qui les produit, comme le gui qui pousse ses racines dans les fibres du chêne, et la mousse dans les fibres de l'écorce des arbres. Les champignons naissent de différentes matières qui se rencontrent sur la terre ou

dans le bois. Ils sont composés d'un faisceau de fibres qui partent de la substance dans laquelle ils croissent : ces fibres forment la tige, et ensuite, changeant de direction, elles s'étendent d'elles-mêmes, et font une tête ou calotte qui contient une chair pleine de sucs : c'est, à ce que nous pensons, sous la partie inférieure de cette chair, que doit être produite la graine (quoiqu'on n'ait pas encore pu s'en assurer jusqu'à présent) : cette graine, étant ensuite emportée par le vent, tombe sur la terre en plusieurs endroits où elle prend racine, et croît ; ainsi, il n'y a pas lieu de douter que la mousse ne porte de la graine, au moyen de laquelle ses différentes espèces se perpétuent ; si on ne peut pas l'appercevoir, c'est son extrême petitesse qui en est la cause.

Les naturalistes comptent environ 300 espèces différentes de mousses ; cependant celles qu'on voit croître communément, n'excèdent pas le nombre de 50 ; on remarque des différences considérables dans la manière dont elles croissent, dans leur forme et leur configuration, et la plupart sont un objet fort curieux à voir dans le microscope : nous en avons considéré de bien des sortes ; mais nous n'avons jamais pu découvrir, dans aucune d'elles, des semences ni des fleurs ; c'est pourquoi on les regarde avec raison comme des plantes de leur propre espèce.

Le docteur Lister croit que les lames qui partent du centre des champignons, comme

autant de rayons, sont la fleur et la graine de la plante ; à la vérité, l'on ne peut pas en découvrir d'autre à l'aide du microscope. La moisissure qui s'engendre sur le cuir, la pâte, les confitures, etc. est de la classe des champignons ; tout le monde sait combien elle croît promptement ; elle est composée d'une multitude de petites tiges au sommet desquelles croissent des têtes, ou calottes rondes, remplies d'une espèce de liqueur, ainsi que nous l'avons souvent vérifié en les broyant sous le microscope.

Les *fungi*, ou ce qu'on appèle oreilles de juif, agarics, etc. qui naissent le long de l'écorce des arbres, ont une substance bien poreuse ; si l'on considère la superficie de quelques-uns dans le microscope, elle paroîtra comme un rayon de miel plein de trous fort profonds, qui forment une substance tubulaire. On ne peut point y distinguer de racines, de fleurs ni de graine.

Les vesses de loup sont une autre espèce de production ; d'abord elles sont une substance charnue assez ferme, qui, devenant insensiblement plus mûre, se change en une espèce de poussière que Bradley prend pour la semence.

La truffe, ainsi que la vesse de loup, se forme sous terre, à six ou huit pouces de profondeur : sa substance est charnue, ferme en dedans, et corticale au dehors. La partie charnue, vue dans le microscope par tranches minces, paroît composée de particules rondes,

opaques et fort petites, entremêlées d'une substance blanche, transparente et vasculaire, qui circule dans toute la substance de la truffe, par des canaux larges et par d'autres plus déliés : il y a deux sortes de truffes ; les unes rondes, les autres ovales : l'odeur en est forte et désagréable ; mais c'est un manger fort délicat, et propre à exciter aux voluptés de Vénus.

Pour ce qui regarde les végétables qui croissent dans la mer, comme les *ceintures de mer*, qui croissent sur des pierres, les *tucis* et autres algues, les coralines qui se trouvent sur des pierres et sur des écailles d'huîtres; l'éventail de mer, le corail qui croît sur les rochers, les éponges, etc. Ils sont en si grand nombre que nous ne pouvons les placer ici ; on les trouvera dans la suite de ce recueil, à l'article où nous traiterons en détail de l'Histoire naturelle. Nous observerons seulement ici qu'en général, ils ne paroissent avoir ni racines, ni fleurs, ni semences, et qu'ils sont, du moins pour la plupart, d'un tissu, et d'une conformation bien surprenante, sur-tout l'éponge, qui est une très-belle chose à voir au microscope.

Nous avons donné une idée générale des différens objets que la terre renferme dans son sein, ou qui embélissent sa surface ; nous avons parlé des eaux qui environnent la terre, des sources, des fontaines, etc. ; il nous reste à donner une connoissance générale des êtres animés, qui habitent sur la terre, ou dans le sein

des mers et des rivières. Cette science s'appèle *zoologie :* ce mot est composé de deux mots grecs ζῶος, animal, et λογος, discours; ainsi il signifie une description des animaux, ou créatures vivantes. Les naturalistes distinguent en général sept sortes d'animaux; savoir : 1°. les animaux raisonnables ou le genre humain ; 2°. les quadrupèdes ou animaux à quatre pieds; 3°. les oiseaux; 4°. les poissons; 5°. les insectes; 6°. les reptiles; 7°. les coquillages, ou animaux à coquille (1). Nous allons examiner chacune de ces espèces en peu de mots, attendu qu'on trouvera de plus grands détails, soit à l'égard du corps humain, dans ce que nous en avons dit dans le tableau du progrès des connoissances humaines, dans l'analyse générale de ces connoissances, et dans le supplément à cette analyse, au premier volume de cette collection ; soit à l'égard de tous les autres êtres animés, au chapitre où nous traiterons de l'Histoire naturelle en détail.

Nous allons commencer par l'homme, et décrire les parties qui entrent dans la composition de notre corps. Le corps humain est composé de parties solides ou fluides, qu'on appèle les solides et fluides, ou humeurs des

(1) On trouvera des réflexions sur le plus ou le moins de justesse de cette division, quand nous traiterons au sixième volume de l'Histoire naturelle.

corps. Voici auparavant les divisions de cette partie des sciences, qu'on nomme zoologie. Elle se divise relativement à la différente perfection des animaux, en antropographie, ou traité du corps humain; zoographie ou traité des corps des brutes en particulier (on appèle aussi communément cette partie zoologie, quoique ce soit le nom général de toute la science des créatures vivantes); ornitrographie, ou de la nature des oiseaux; ichtyographie, ou de la nature des poissons; entomatographie ou de la nature des insectes; herpetographie, ou de la nature des reptiles; et zoophitographie, ou de la nature des coquilles.

L'antropographie donne la description physiologique de toutes les parties qui composent le corps humain. Les parties solides sont: 1°. les os; 2°. les cartilages; 3°. les ligamens; 4°. les muscles; 5°. les tendons; 6°. les membranes; 7°. les nerfs; 8°. les artères; 9°. les veines; 10°. les conduits ou petits vaisseaux tubulaires de différentes sortes. Les organes les plus composés, sont formés de ces solides simples. Voici quels sont ces organes composés de la vie; le cerveau et le cervelet, les poumons, le cœur, l'estomac, le foie, la rate, le pancréas, les reins, les glandes, les intestins, avec les organes des sens, savoir: les yeux, les oreilles, le nez, la langue.

Les parties fluides du corps humain sont le chyle, le sang, la salive ou le crachat, la bile, le lait, la lymphe, la semence, le suc pancréa-

tique, l'urine, le phlegme, le *serum*, l'humeur aqueuse des yeux.

Il faut expliquer d'abord les parties solides : un os est un faisceau de fibres dures, attachées les unes aux autres par d'autres petites fibres qui les entrelassent; dans le fœtus, ces fibres sont poreuses, molles, et se discernent aisément. Il y a apparence qu'ils sont nourris par la partie séreuse du sang; à mesure que leurs pores se remplissent d'une substance de leur propre nature, ils s'augmentent, se durcissent, et deviennent serrés; ainsi, quand les pores sont remplis de cette substance, les os sont parvenus à leur point de grosseur, de dureté et de solidité. Il y a des os qui sont creux et remplis de moëlle; d'autres qui sont solides et transparens; les uns sont petits, les autres fort grands; les uns sont ronds, les autres plats; les uns droits, les autres convexes ou concaves : ils forment aux endroits où ils se joignent les uns aux autres, différentes jointures dans plusieurs parties du corps.

Les os sont dans le corps humain, ce que la charpente est dans les bâtimens; ils servent à donner à toute la machine, la force, la fermeté, la solidité, la forme et la beauté. Le docteur Keill en a compté 245; d'autres les font monter jusqu'à 249, savoir : dans le cerveau 14; dans le reste et dans le col 46; dans le tronc 67; dans les bras et les mains 62; dans les jambes et les pieds 60. Lorsqu'on a fait l'analyse d'un os en chimie, il produit

beaucoup d'esprit et de sels volatils, qui sont fort subtils et très-pénétrans, un peu de soufre qui sent fort mauvais, un peu de phlegme, et beaucoup de terre.

Un cartilage est un corps uni et solide, mais plus mol qu'un os ; il n'a point de cavités ou cellules remplies de moëlle, et n'est point couvert comme les os d'aucune membrane qui le rende sensible : les cartilages ont un ressort ou élasticité naturelle qui leur fait reprendre leur figure et leur situation ; ils sont placés principalement dans des membres qui ont besoin d'un mouvement doux et aisé, comme les oreilles, le nez, la trachée-artère, etc. Il y en a aussi qui couvrent les extrémités de tous les os qui sont joints ensemble pour en faciliter le mouvement : ils sont destinés à former la structure particulière de quelques parties, comme les oreilles, le nez, etc. et pour faciliter le mouvement des os dans les jointures.

Le ligament, qui tire son nom du mot latin *ligo*, je lie, est un corps solide, blanc, plus mol qu'un cartilage, et cependant plus dur qu'une membrane : les ligamens n'ont point de cavités dans la moëlle, ni aucun sentiment : leur principal usage est de lier et contenir les os dans leur articulation, de crainte qu'ils ne se déplacent, lors de quelque mouvement violent.

Un muscle est un faisceau de fibres charnues et souvent tendineuses, dont toutes celles qui sont dans la même place sont parallèles, et toutes renfermées dans une membrane qui

leur est propre. Les fibres charnues composent le corps (appelé le ventre) du muscle, et les fibres tendineuses en occupent les extrémités. Il y a plusieurs sortes de muscles ; les uns sont ronds et longs ; d'autres plans et circulaires ; d'autres larges et dont les fibres sont rangées en ligne spirale ; d'autres larges dont les fibres sont droites ; quelques-uns dont les fibres écartées et convergentes depuis leur commencement, et se terminent par un tendon étroit ; d'autres sont doubles et composés d'un tendon qui règne dans toute leur longueur de la tête à la queue, et d'une rangée de fibres de chaque côté ; d'autres sont encore plus composés, et ont deux ou plus de deux branches tendineuses dans leur longueur avec différentes rangées de fibres : il y en a qui ne sont composés que d'un petit corps long qui se partage à l'extrémité en plusieurs petits tendons ; d'autres ont aussi deux corps qui sortent d'une seule tête ; il y en a encore d'autres qui sont différens de tous ceux que nous venons de décrire. Les muscles forment la partie charnue de nos corps, et lui donnent cette belle forme que nous remarquons sur sa surface ; mais ils servent principalement au mouvement de l'animal, et c'est par leur moyen que toutes les parties du corps animal se meuvent. Voici comment se fait ce mouvement : chaque muscle, et chaque fibre d'un muscle a des nerfs, des artères et des veines à son usage : or, la raréfaction du sang et des esprits dans ces vaisseaux, fait étendre

leurs cavités ; il faut donc alors que le muscle s'enfle aussi ; et, en grossissant par le corps, il se retire et devient plus court ; par conséquent, l'os, ou la partie dans laquelle le muscle s'insère, sera tirée par cette contraction du muscle vers la partie d'où le muscle sort : telle est la théorie générale de tout mouvement animal. Le docteur Keill compte 446 muscles simples dans tout le corps ; mais d'autres, qui en admettent moins, en comptent différens nombres.

Un tendon est une partie composée de fibres nerveuses, qui n'ont point de substance charnue ou parenchimeuse ; il est couvert d'une membrane commune à tous les muscles, et forme ce que nous appelons la tête et la queue dans tous les muscles ; ou bien, ce sont les parties d'où partent les muscles, et par lesquelles ils sont insérés dans les os des différentes parties du corps : le nombre des fibres de chaque tendon, est égal à celui des fibres du muscle, et ce sont les mêmes fibres continuées ; ce sont ces corps blancs, durs et compactes, que nous appelons nerfs.

Les membranes sont des réseaux faits de plusieurs sortes de fibres entrelacées, qui servent à couvrir et à envelopper quelque partie ; c'est pourquoi elles sont élastiques et d'un sentiment exquis. Les divisions innombrables, les détours, les inosculations fréquentes des veines avec les veines, et des artères avec des artères, forment une broderie très-délicate, et

un réseau très-fin qui couvre toute la membrane. Les membranes servent à couvrir et envelopper les parties, à les fortifier, et les garantir des injures extérieures, à conserver la chaleur naturelle, à joindre les parties les unes aux autres, à causer un sentiment très-vif, et à séparer, par le moyen de ses glandes, une humeur propre à humecter les parties, etc. Il y a diverses sortes de membranes ; la surpeau qui couvre tout le corps, la peau du corps elle-même, les méninges du cerveau, la pleure dans la poitrine, le péricarde qui enveloppe le cœur, le périoste qui couvre les os, les tuniques ou enveloppes des vaisseaux, comme de l'estomac, de la vessie, des veines, des artères, des intestins, des testicules, etc. sont autant de membranes de différentes espèces.

Les nerfs sont de longs et petits faisceaux de conduits déliés et extrêmement fins, ou de fibres creuses, enveloppées dans les membranes du cerveau d'où ils tirent leur origine. On suppose avec beaucoup de vraisemblance, que les nerfs sont les organes immédiats de toutes les sensations ; car, il sort du cerveau une ou plusieurs paires de ces nerfs, qui vont aboutir à chacun des organes des sens, comme à l'œil, à l'oreille, etc. Pareillement les nerfs qui partent de la moëlle, des vertèbres, s'étendent dans toutes les parties des muscles et de leurs membranes, et à chaque point de la superficie du corps ; et par ce moyen rendent les parties du corps sensibles ; c'est (du moins on le pense

ainsi) par le mouvement d'un fluide extrêmement fin et invisible, appelé les esprits animaux, qui vont, de toutes les parties du corps animal, communiquer les impressions à l'esprit, dont le siége est dans le cerveau. Il y a dans le corps dix paires de nerfs, qui partent de la substance médullaire du cerveau, et qui sont distribuées principalement dans toutes les parties de la tête et du col : il en sort de la moëlle de l'épine, à travers des vertèbres, trente autres paires qui vont aboutir à toutes les autres parties du corps : ainsi, l'on compte en tout quarante paires de nerfs ; car, on remarque qu'ils sortent ordinairement par paires.

Les artères sont des canaux, conduits, ou tuyaux, qui portent le sang, du cœur dans toutes les parties du corps. Elles sont composées de trois membranes ; la première est vasculeuse : il paroît que ce n'est autre chose, qu'un lacis de vaisseaux sanguins et de nerfs qui servent à la nourriture des membranes de l'artère. La nde est musculeuse, ses fibres sont circulai.es, ou plutôt spirales, elles sont disposées par couches ; ces couches sont plus ou moins nombreuses, selon que les artères sont plus ou moins grosses : la troisième, ou la plus intérieure, qui contient immédiatement le sang, est une membrane mince, compacte et transparente. Les artères se partagent en plusieurs ramifications, et deviennent à la fin si petites qu'elles échappent à la vue.

Si l'on demande d'où vient ce battement

que nous sentons dans plusieurs parties de nos corps, en voici la cause : ce battement est occasionné par le seul mouvement des artères; le sang chassé du ventricule gauche du cœur dans la grande artère par secousses, presse les côtés de l'artère, et y cause une dilatation intermittente, qui est continuée par le mouvement de pulsation du sang, et par le ressort ou élasticité de l'artère qui agit sur lui; il en résulte une dilatation intermittente, qui est continuée par le mouvement de pulsation du sang, et par le ressort ou élasticité de l'artère qui agit sur lui; il en résulte une dilatation et une contraction constantes et alternatives des membranes de l'artère. C'est ce qu'on appèle proprement le *pouls*.

Les veines ne sont qu'une continuation des extrémités des artères capillaires, qui reportent le sang au cœur : à leur retour, elles réunissent leurs canaux, à mesure qu'elles approchent du cœur, et forment à la fin trois grands troncs appelés la veine cave ascendante, la veine cave descendante, et la veine porte. Les veines n'ont point de battement, parce que le sang y est porté à l'anastomose, uniment et de suite; qu'il passe d'un canal étroit dans un autre plus large; et que la pression du sang contre les côtés des veines, n'est pas si forte que celle qui se fait contre les côtés des artères.

Les conduits ou vaisseaux tubulaires, sont des tuyaux ou conduits, petits, déliés et creux, dispersés dans toutes les parties du corps; les

uns contiennent la lymphe, et se nomment vaisseaux lymphatiques ; d'autres, une liqueur lactée, et sont appelés les veines lactées; d'autres enfin portent les autres sucs et humeurs du corps aux lieux de leur destination.

Il faut expliquer maintenant, en suivant notre division, les parties solides plus composées : nous allons commencer par dire quelle est la nature du cerveau. Toute la substance du cerveau se divise en deux parties ; l'une qui occupe la partie antérieure du crâne, est appelée le cerveau ; l'autre occupe la partie postérieure, et se nomme le cervelet. On remarque dans le cerveau ou la partie antérieure du crâne, deux sortes de substances, l'une interne et l'autre externe : la substance externe est molle, glanduleuse, et de couleur de cendres ; cette partie reçoit les branches capillaires des veines et des artères qui appartiennent au cerveau, et envoie, de ses petites glandes ovales, un nombre infini de fibres, qui, se réunissant ensemble, forment la substance médullaire de la partie intérieure du cerveau et du cervelet, qui, en sortant du crâne, compose les nerfs et la moëlle de l'épine. L'usage du cerveau est de séparer du sang qui y est porté, les parties les plus fines et les plus subtiles qu'on appèle esprits animaux, au moyen des glandes qui sont dans la partie externe : ces esprits sont reçus en, sortant de ces glandes, par les fibres de la substance médullaire ; et, étant portés par les nerfs (qui sont composés

de

de ces fibres) vers toutes les parties du corps, y produisent la faculté de sentir.

La substance des poumons est composée d'un nombre infini de petits lobes ou sphères, de figures et de grandeur différentes, dont les surfaces sont tellement adaptées, qu'elles ne laissent entr'elles que des interstices fort petits. Ces petits lobes sont disposés comme autant de grappes sur les côtés des branches de la trachee-artère, et chacun de ces lobes contient, dans la membrane qui lui est particulière, un nombre infini de vésicules rondes, qui laissent de petits intervalles entre une quantité de petites membranes semblables à celles qui joignent les lobes ensemble. Les extrémités des branches de la trachée-artère aboutissent aux cavités de ces vésicules, qui sont probablement formées par leurs membranes; mais les petits vaisseaux sanguins ne font que s'étendre sur les vésicules comme un réseau, et y forment de grandes et fréquentes inosculations. Voici l'usage du poumon : il est le grand organe de la respiration; l'air y est forcé, par son propre poids, à entrer dans chacune de ses cavités; de sorte que sitôt que le fœtus est né, il s'insinue dans les cavités du poumon, en remplit les vésicules; et, en les étendant, comprime les petits globules de sang dans les vaisseaux qui sont répandus sur leurs membranes. Cette compression est beaucoup plus grande, lorsque l'air est chassé des poumons par la contraction de la poitrine:

au moyen de cette compression, les globules rouges de sang qui, par la lenteur de leur mouvement dans les veines, étoient devenus ttop gros pour circuler, y sont brisés et divisés dans le sérum, et sont par-là rendus propres à la nutrition et à la sécrétion. Le docteur Keil pense que c'est par ce moyen que l'air y entre et se mêle avec le sang. Suivant le docteur Cheyne, c'est ce qui forme les globules élastiques du sang. Il est bien étonnant que Derham, et sur-tout Etonuller, qui cite quatorze usages différens du poumon, n'aient point parlé de l'esprit vital de l'air, qui vraisemblablement se mêle au sang dans le poumon, et de là se distribue dans tout le corps, et y devient le principe de la vie animale, puisqu'on sait fort bien que les animaux ne peuvent pas vivre dans l'air qui est dénué de cet esprit.

Le cœur, dit Bœrhaave, et ses oreillettes, sont de véritables muscles, et agissent comme les muscles; car, toutes les fibres se raccourcissant par degrés, diminuent la longueur du cœur, et en augmentent la largeur : elles rétrécissent exactement les cavités des ventricules, dilatent les orifices tendineux des artères, déterminent les valvules de l'orifice des veines à arrêter ce qui y est contenu, et poussent avec beaucoup de force le sang que le cœur contient dans les orifices dilatés des artères, afin de le faire circuler par tout le corps. Voici l'utilité principale du cœur dans

le corps humain : ce muscle admirable a deux mouvemens qu'on appèle *sistole* et *diastole*. La sistole se fait quand les fibres se contractent et rétrécissent les cavités du cœur ; et la diastole, lorsque ce muscle cesse d'agir : alors les fibres retournent à leur état et à leur ton naturel, et ses cavités deviennent grandes et larges : de plus, la veine cave reportant au cœur le sang superflu et épuisé avec le chyle qui s'y est nouvellement mêlé, le fait entrer dans l'oreillette droite du cœur, d'où il est porté dans le ventricule droit ; de-là, il est chassé par la sistole dans l'artère pulmonaire, qui le conduit et le distribue dans toutes les parties des poumons : le sang y ayant été, au moyen de la respiration, préparé, réduit, mêlé et imprégné de l'esprit vital et des principes nourriciers de l'air, est reporté, par la veine pulmonaire, dans l'oreillette gauche, et de-là dans le ventricule gauche du cœur, qui est alors dans sa diastole : enfin, de la sistole de ce ventricule, le sang, nouvellement refait, est porté dans la grande artère appelée laorte, qui le distribue de nouveau dans toutes les parties du corps ; ainsi le cœur est la cause instrumentale de la circulation du sang.

L'estomac est composé de quatre tuniques ; la première et la plus intérieure, est une grande membrane musculaire, toute plissée, et contenant un grand nombre de glandes ; ce qui lui a fait donner le nom de tunique glandineuse. La seconde est plus fine et plus mince ;

elle est remplie de nerfs, et par conséquent d'un sentiment exquis. La troisième est composée de fibres droites et circulaires, de sorte qu'au moyen de cette enveloppe musculaire, les extrémités de l'estomac sont attirées vers son milieu, et le tout se contracte également. La quatrième est l'enveloppe commune et extérieure de tout l'estomac; elle est la continuation du péritoine. L'estomac sert à la digestion, c'est-à-dire, à dissoudre ou diviser les alimens en particules assez petites pour pouvoir passer dans les vaisseaux lactés, et circuler avec la masse du sang. Les principaux instrumens qui servent à cette fonction, sont la salive, les sucs qui fermentent dans l'estomac, dont Pitcairne a démontré que la force absolue est égale à 117088 livres pesant, c'est-à-dire, à près de 112 tonneaux. Il ne faut donc pas s'étonner si le concours de forces si prodigieuses, est capable de réduire en si peu de tems les nourritures les plus dures et même les os, en une substance liquide qu'on appèle chyle.

Voici la composition du foie : lorsqu'on enlève la membrane commune, la substance du foie paroît être composée de petites glandes de figure conique, attachées ensemble par une membrane qui leur est propre, en plusieurs paquets ou lobes, qui sont suspendus comme autant de grappes aux branches des vaisseaux (savoir la veine porte et la veine cave) dont chaque petite glande reçoit une ramification,

et les lobes sont joints les uns aux autres par des membranes fort minces qui en remplissent les interstices : c'est ainsi qu'est formée la substance charnue du foie ; nous allons expliquer son usage. La veine porte transmet le sang rempli de bile au foie, afin que cette bile y soit séparée du sang par les glandes du foie ; et la veine cave reporte au cœur le sang qui reste après la sécrétion. La bile ainsi séparée du sang, est conduite par de petits vaisseaux dans la vésicule du fiel en partie ; et le reste se sépare aussitôt, et passe dans un conduit appelé le pore biliaire : ce conduit, tout en sortant du foie, se joint au col de la vésicule du fiel à quelque distance, et forme avec lui un canal commun appelé le conduit cholédoque, à travers lequel les deux sortes de bile se mêlent, et passent à l'extrémité inférieure de l'intestin duodenum, dans lequel elles vont se mêler avec le chyle : ainsi l'usage du foie est de séparer la bile d'avec le sang.

Parlons maintenant de la nature et de la conformation de la rate. Sa substance, renfermée dans deux membranes, est elle-même composée d'une infinité de membranes, qui forment de petites célules et cavités de grandeur et de figures différentes, qui communiquent les unes avec les autres, et sont toujours remplies de sang. Les anciens ignoroient entièrement l'usage de la rate, et les modernes ne peuvent jusqu'à ce jour donner là-dessus que des conjectures. On peut voir dans

l'anatomie du docteur Keil, l'hypothèse ingénieuse par laquelle il prétend que la rate est le réservoir de la nature, dans lequel elle dépose le sang des artères pour l'usage du foie. Voyez les savantes dissertations du célèbre Bœrhaave à ce sujet, page 139 de ses Institutions.

Le pancréas est ainsi nommé des mots grecs πᾶν tout, et κρεας chair, comme qui diroit une partie toute charnue. Il est composé d'une infinité de petites glandes ; et lui-même n'est autre chose qu'une grosse glande de l'espèce conglomérée ; c'est pourquoi l'on trouve que sa substance est toujours molle et souple. Son usage est toujours de séparer, du sang qui y passe, une liqueur appelée le suc pancréatique, qui est porté, par un canal qui lui est propre, à l'intestin duodenum, pour y humecter le chyle. Les reins sont pareillement deux grosses glandes, dont la substance charnue est composée d'une infinité de petites glandes formées par l'entrelacement des petites ramifications capillaires de leurs artères et de leurs veines, qui font une espèce de réseau. De chaque petite glande sort un tuyau long et menu : ces tuyaux, en approchant de la cavité des reins, se réunissent aux petits faisceaux, et forment la substance intérieure de chaque rein. Leur usage est de séparer l'urine d'avec le sang. Les artères émulgentes y portent le sang, dont les parties séreuses et salées y sont filtrées par les petites glandes des

reins : ce sang est ensuite reporté par les veines émulgentes, et l'urine ainsi séparée, descend dans la vessie par les urétères.

Voyons quelle est la nature et la composition des glandes. Les modernes ont réduit toutes les glandes du corps à deux espèces ; savoir les glandes conglobées et les glandes conglomérées : une glande conglobée est un petit corps uni, enveloppé d'une peau fine, qui n'y laisse entrer qu'une artère, et sortir qu'une veine et un conduit excrétoire ; telles sont les glandes du cerveau, celles des lèvres, et celles des testicules : une glande conglomérée est composée de beaucoup de petites glandes conglobées, qui toutes sont jointes ensemble, et enveloppées d'une tunique ou membrane commune, dont les différens conduits excrétoires forment, en s'unissant, un ou plusieurs larges tuyaux ou conduits évacuans ; tels sont les mammelles, le pancréas, les reins, etc. L'usage des glandes est de séparer les humeurs d'avec le sang : les glandes du cerveau opèrent la sécrétion des esprits animaux ; celles de la bouche séparent la salive ; celles des mammelles, le lait ; celles des reins, l'urine ; celles du foie, la bile ; celles des testicules, la semence générative ; et celles de la peau, la matière insensible de la transpiration ou de la sueur. Le nombre de ces petites glandes cuticulaires est surprenant : on prétend qu'un seul grain de sable peut en couvrir 125000 au moins : ainsi, à ne compter que

2000 de ces grains pour couvrir l'espace d'un pouce carré, et en estimant à 14 pieds carrés toute la surface d'un homme d'une taille ordinaire, il doit y avoir sur la peau de cet homme au moins 3240000000000 de ces petites glandes, dont chacune a un pore ou canal invisible, par lequel il transpire perpétuellement; du moins, c'est l'opinion de Lewenhoek, dont nous sommes bien loin de garantir la certitude : car Lewenhoek, quoique vieux, prétendoit découvrir, avec des microscopes tout simples, ce que nous n'avons jamais eu le bonheur de voir avec des yeux plus jeunes que les siens, et des microscopes doubles les meilleurs. Nous avons essayé sur quantité de sujets, de découvrir ces pores de la peau, mais inutilement : nous présumons qu'ils existent, mais qu'ils échappent à la vue et au microscope (1).

Quant à la quantité de matière qu'on perd par la transpiration insensible dont nous venons de parler, Sanctorius dit, dans ses aphorismes, qu'en se pesant lui-même, il a trouvé 1°. qu'un homme transpire deux fois autant en dormant que pendant la veille; 2°. qu'un homme en bonne santé, pendant une nuit de sept heures de sommeil, transpire communément 50 onces; 3°. que, pendant les cinq pre-

(1) Ceci est tiré de l'*Érudition universelle*, par le baron de *Bielfeld*.

mières heures, il ne transpire qu'une demi-livre, tout au plus. Cela ne doit pas nous surprendre, puisqu'il paroît que sur le corps d'un homme de moyenne taille, il y a plus de 300000000000 de pores, par lesquels il doit nécessairement sortir plus de matière que par les selles ou par les urines, et que par tous les deux ensemble.

Voyons maintenant quelle est la nature et l'usage des intestins : les intestins sont un canal long et large, qui, par différentes circonvolutions, s'étend depuis le pilore de l'estomac, jusqu'à l'anus : ils sont attachés le long d'une membrane appelée le mésentère ; ils ont six fois la longueur du corps dont ils dépendent ; leur usage est de porter par le moyen du mouvement particulier et vermiculaire de leurs enveloppes formées de fibres spirales, et d'expulser du corps les matières fécales, ou la partie superflue de la nourriture, après que le chyle en a été séparé.

Il y a quatre organes particuliers de sensation, savoir : l'œil pour voir, l'oreille pour entendre, le nez pour sentir, et la langue pour goûter : il y a un sens général qui est commun à toutes les parties du corps : c'est le tact.

L'œil est un des plus curieux et des plus surprenans ouvrages de la nature : il est admirablement composé de différentes tuniques, de muscles, de vaisseaux, et de trois sortes d'humeurs, qui toutes servent à la vision. La première humeur de l'œil est appelée humeur aqueuse ; elle est à tous égards, semblable à

l'eau ; mais elle est d'une nature spiritueuse, car le plus grand froid ne la gèle point. La seconde est appelée l'humeur crystalline ; elle est transparente et plus solide que les deux autres ; sa figure ressemble à celle d'un verre lenticulaire convexe des deux côtés, et elle a le même usage dans l'œil. Derrière elle, est l'humeur vitrée qui est semblable au blanc d'un œuf ; elle est en plus grande quantité que les deux autres ; elle a plus de consistance que l'humeur aqueuse, mais moins que l'humeur crystalline ; c'est elle qui donne à l'œil sa forme sphérique : derrière cette humeur, sur le fond de l'œil, est une membane fine et délicate, appelée rétine, sur laquelle sont étendues les fibres médullaires du nerf optique, qui vient du cerveau. Les rayons de lumière qui sortent de toutes les parties de l'objet, tombent sur l'humeur aqueuse de l'œil, qui les transmet à l'humeur crystalline ; et cette humeur qui ressemble à une lentille convexe double (et qui est toujours à une distance convenable de la rétine, à cause de l'humeur vitrée qui les sépare) rassemble ces rayons, et les unit sur la rétine : l'impression que font ces rayons sur la rétine, étant communiquée au siége commun des sens dans le cerveau, représente à l'esprit les espèces et l'image de l'objet : c'est ainsi que se fait la vision au moyen de l'œil.

Voici comment se forme la sensation de l'ouie par le secours de l'oreille : les sons vont du corps sonore à l'oreille, et y sont portés par le milieu de l'air : la partie extérieure de

l'oreille est tellement conformée, qu'au moyen de ses éminences et de ses cavités, les sons se réunissant dans l'oreille comme dans un entonnoir, sont portés au conduit auditif à travers lequel ils passent, et vont frapper sur une membrane mince, transparente, et de figure ovale, disposée d'une manière un peu oblique, au-devant du passage de l'oreille. Derrière cette membrane, est une grande cavité, qui, avec cette membrane dont elle est couverte, est appelée le tympan ou le tambour de l'oreille, parce qu'elle a la ressemblance d'un tambour: il y a dans cette cavité, quatre petits os, qu'on nomme, à cause de leur forme, *malleolus*, ou le martcau; *incus*, ou l'enclume; l'étrier, et l'os circulaire, ou os orbiculaire; il y a aussi dans le tambour plusieurs autres cavités, comme le vestibule, le labyrinthe et le limaçon: ces cavités internes sont toujours remplies d'air; c'est pourquoi les sons de l'air extérieur venant de frapper sur la membrane du tambour, agitent les quatre osselets du tambour, qui mettent aussi en mouvement l'air interne: cet air fait impression sur les branches délicates du nerf auditif qui tapissent le vestibule, et les détours du labyrinthe et du limaçon; par ce moyen, toutes les réfractions et les modulations de l'air extérieur, deviennent perceptibles, et conséquemment tous les différens sons se font entendre, et sont portés à l'ame par la communication de ces nerfs avec le cerveau.

Il faut examiner maintenant comment se fait la sensation de l'odorat, au moyen du nez: la

cavité du nez est partagée en deux parties, appelées les narines, par une cloison dont la partie supérieure est osseuse, et la partie inférieure, cartilagineuse : la partie supérieure de cette cavité, est couverte d'une membrane épaisse et granduleuse, au-dessus de laquelle le nerf olfactif se divise et s'étend sur la membrane des os spongieux du nez, et sur les autres cavités sinueuses des narines : par ce moyen, les exhalaisons des odeurs, entrant dans les narines, font leur impression sur les fibres des nerfs, qui, par la communication qu'elles ont avec le cerveau, portent à l'ame la sensation des odeurs de toutes espèces.

Voici comment on explique la sensation du goût, qui se fait par le moyen de la langue.

La langue est couverte de deux membranes ; celle qui est extérieure, est épaisse et rude, sur-tout dans les animaux : la membrane intérieure est mince et douce ; on y apperçoit plusieurs houppes ou petites élévations, semblables aux extrémités des petites cornes de limaçons. Ces houppes sont composées des extrémités des nerfs de la langue, et, perçant à travers les membranes extérieures, sont constamment affectées par les qualités des corps, dont le goût est porté à l'ame par le moyen de ces houppes nerveuses : ainsi, ces houppes sont l'organe immédiat du goût.

Il faut donner actuellement une idée de la manière dont se fait la sensation générale du sentiment. Nous avons déja dit qu'il sort du cerveau et de la moëlle de l'épine, plusieurs

paires de nerfs qui se divisent et se dispersent dans toutes les parties du corps : par conséquent, il ne peut point se faire d'impression en aucun endroit du corps, soit sur sa surface ou dans son intérieur, qui n'affecte à l'instant l'extrémité, ou quelque partie d'un nerf, et qui, conséquemment, ne soit portée aussi-tôt par les esprits animaux : ainsi, l'ame est avertie de toutes les affections et les mouvemens qui arrivent au corps : c'est ce qu'on appèle la sensation du sentiment.

Après avoir expliqué les parties solides du corps, les organes des sensations, et la manière dont elles se font, il faut décrire quelles sont les parties fluides du corps humain. Nous allons d'abord parler du chyle : c'est une substance liquide, semblable à du lait, dans laquelle se convertissent les nourritures, après avoir été recuites et digérées dans l'estomac, comme nous l'avons déja dit. Le chyle passant du pilore de l'estomac, dans le premier des intestins, appelé le *duodenum*, ensuite le second appelé *jejunum*, se mêle avec la bile et le suc pancréatique, au moyen de quoi le chyle reçoit une plus grande préparation ; la partie la plus grossière qui y est rafinée et divisée, est reçue dans les orifices nombreux des premières veines lactées qui s'ouvrent dans ces intestins, et la portent de-là dans les glandes du mésentère, qui la filtrent ; ensuite elle est déposée dans une seconde espèce de veines lactées, et portée au bassin appelé le réservoir

du chyle ; où, après avoir été suffisamment imprégnée de la lymphe par les vaisseaux lymphatiques qui y sont distribués, elle est portée en haut par le conduit thorachique, et se décharge dans la veine gauche sous-clavière, où elle se mêle avec le sang refluant des veines, descend dans le ventricule droit du cœur, circule ensuite par les poumons dans le ventricule gauche, et de-là dans toutes les parties du corps : telle est l'économie animale, ou la méthode ordinaire suivant laquelle le sang se renouvèle, et la vie se perpétue.

Si l'on demande ce que c'est que le sang, on répond que c'est un liquide nécessaire à la vie qui, part du cœur comme de sa source, et circule sans discontinuer dans tout le corps par les canaux des artères et des veines : quand on le considère dans le microscope, il paroît composé de petits globules rouges, qui nagent dans une sérosité ténue et transparente ; chaque globule semble être formé de six autres moindres, qui, décomposés, sont de la nature du sérum, dont les couleurs sont différentes : Bœrhaave dit que c'est au mouvement de la circulation du sang, qu'il faut attribuer son mêlange, sa fluidité, sa chaleur et sa couleur rouge. Voici la quantité de mouvement que le sang a dans le corps : chaque ventricule du cœur contient environ une once de sang ; le cœur se contracte 4000 fois en une heure : ainsi, il passe dans le cœur par heure 4000 onces de sang, c'est-à dire, 250 livres ; or, une once de sang équivaut en

grosseur à 1 pouce et $\frac{66}{100}$ de pouce ; et, si l'on suppose que le cœur se contracte 80 fois en une minute, donc 80 onces de sang seront à 132 pouces $\frac{80}{100}$ de pouce de sang, qui passent par le cœur en une minute. Le docteur Keil a découvert que le diamètre de l'aorte est de 73 centièmes de pouce, et ensuite que son orifice est 04187 ; divisez cette somme par 132 $\frac{72}{100}$, le quotient sera la longueur du cylindre ou espace que le sang parcourt en une minute, savoir 316 pouces ou 26 pieds : mais, comme la diastole du cœur occupe la moitié du tems d'un battement, il s'ensuit qu'en une demi-minute, il sort du cœur 80 onces de sang ; et par conséquent, que le sang a deux fois plus de vîtesse, que nous n'avons calculé, ou bien qu'il parcourt environ 52 pieds en une minute.

La vîtesse du sang n'est pas la même dans le tronc que dans toutes les branches prises ensemble ; car, le même ingénieux anatomiste a trouvé que l'exacte proportion des branches au tronc de l'artère, est comme 12387 à 10000 ; et par conséquent, que la plus grande vîtesse du sang est à la moindre, comme 5233 est à 1 ; ou bien, que le sang se meut 5233 fois plus lentement dans quelques artères capillaires, qu'il ne fait dans l'aorte. Le sang passe des artères dans les veines où il se meut toujours plus lentement, à mesure qu'il approche du cœur ; or, les artères sont aux veines, comme 324 à 441 ; donc le sang se meut

dans les veines plus de 7116 fois plus lentement que dans l'aorte.

On n'a pu jusqu'à présent déterminer d'une manière bien positive la quantité de sang qui se trouve dans le corps humain. On la fait monter depuis 15 jusqu'à 25 livres; et le docteur Keil prétend que tout le corps est composé de près de deux tiers de fluides, dont le sang fait la plus grande partie. Les chimistes trouvent dans le sang beaucoup de sels volatils ou esprits, un peu de flegme et de soufre, un peu de terre, peu ou presque point de sels fixes; il dissout les alkalis, et les acides le coagulent. Voici de quelle manière se produisent les autres fluides du corps : ils sont tous séparés du sang par les glandes dans différentes parties du corps : ainsi la salive en est séparée par les glandes parotides derrière les oreilles, et par les glandes maxillaires de la bouche : la bile est séparée par le foie; le lait est filtré, et divisé d'avec le sang par les glandes des mammelles : la lymphe est un ferment qui se distribue dans différentes parties du corps, par le moyen des petites glandes conglobées. La semence est séparée du sang par les testicules; elle y est portée par différens détours et circonvolutions, des artères spermatiques : le pancréas sépare aussi un suc ou une liqueur douce et limpide, qui sert à délayer ou à rafiner le chyle; l'urine est divisée par les reins; elle contient du sel volatil, de l'esprit, un soufre huileux, du flegme ou de la terre : quand

l'urine

l'urine a fermenté, elle distille une matière lumineuse, appelée phosphore, qui est ou solide ou liquide ; le flegme est une matière pleine de muscosités, séparée par les glandes de la bouche, du nez, etc. Le sérum est la partie aqueuse du sang, qui n'est pas séparée du sang par le corps, mais, qui, lorsqu'il en est sorti, se sépare du sang par l'action du froid ; l'humeur aqueuse des yeux se sépare du sang des artères dans les vaisseaux des yeux : les humeurs crystalline et vitrée sont improprement nommées telles ; car elles consistent en un nombre infini de petits vaisseaux remplis de fluides qui circulent.

Il n'est pas indifférent de dire un mot sur la nature du poil : quand on considère les poils dans un microscope, on trouve qu'ils ont chacun une racine ronde, bulbeuse, assez profondément enfoncée dans la peau, et qui tire sa nouriture des humeurs qui l'environnent : chaque poil est composé de cinq ou six autres, enveloppés dans un tuyau ou tégument commun ; ils croissent de la même manière que les ongles ; chaque partie qui est proche de la racine, pousse en avant celle qui est immédiatement au-dessus d'elle. Mais cet accroissement ne se fait point par aucune liqueur qui circule le long des poils dans des tuyaux, comme il arrive dans les plantes : leurs différentes couleurs dépendent de la différente qualité et du tempérament des humeurs qui les produisent. Ils servent d'ornement et de couverture au

corps. Nous avons souvent considéré au microscope des poils de souris, qui sont les plus transparens de tous ; nous ne les avons jamais vus autrement que comme des canaux clairs, longs, ronds, ou cylindriques; on distingue aisément les cavités des plus gros, mais celle des petits est imperceptible : leur substance, ou leur composition, nous a toujours paru fort simple, et non composée.

Il faut dire aussi un mot des ongles; ils sont de la même nature que les sabots des bêtes : ce n'est rien autre chose que des couvertures et des feuillets des papilles pyramidales de la peau aux extrémités des doigts et des pouces, qui se sèchent, s'endurcissent et collent les uns sur les autres.

Après avoir expliqué les parties dont nos corps sont composés, c'est ici le cas de voir comment ils sont engendrés d'abord, et ensuite formés dans la matrice : on a découvert, à l'aide des microscopes, que, non-seulement les hommes, mais tous les animaux, existent réellement (chacun sous la forme qui lui est propre, et avec tous leurs membres parfaits) dans la semence de l'animal mâle avant la génération ; mais d'une manière presqu'imperceptible, qu'on appèle en miniature. On est surpris de voir le nombre prodigieux de petites créatures, qui nagent dans la semence de tous les animaux mâles. Ces animaux sont si petits, qu'il en faut au moins 3000000000 pour égaler la grosseur d'un grain de sable,

dont le diamètre n'est que la centième partie d'un pouce. Le petit animal, qui a le bonheur de parvenir dans la matrice, à travers les trompes de fallope, sur une espèce d'éteuf, y est nourri pendant quelque tems, jusqu'à ce qu'enfin le *placenta* commence à paroître comme un petit nuage, sur un côté de l'enveloppe extérieure de l'œuf; en même sems, l'épine du dos de l'embryon devient assez grosse pour être apperçue, et quelque tems après le cerveau ou le cervelet paroissent comme deux petites vessies; ensuite on commence à distinguer les yeux qui lui sortent de la tête : alors on voit bientôt distinctement le battement du cœur, ou le *punctum saliens*. Les extrémités du corps sont les parties qui se développent les dernières de toutes; ce que nous venons de dire est le sentiment du docteur Keil. Telle est la théorie que nous croyons devoir donner de la génération, qui est à-peu-près la même dans les plantes et dans les animaux (1).

Malgré toutes les découvertes qu'on a faites dans les derniers tems, la conception et la génération est une matière si difficile, si obscure, et si douteuse, qu'on ne peut en rien avancer avec certitude (2); les uns assurent que le petit animal est originellement dans l'œuf de la femelle; d'autres le nient formellement, et

(1) Ceux qui veulent approfondir l'anatomie, doivent l'étudier par l'inspection des cadavres desséchés.

(2) Depuis les découvertes faites par Spallanzani, dont nous rendrons compte au sixième volume, la génération n'est plus un mystère.

prétendent qu'il n'y existe qu'après que l'œuf a eté fécondé par la semence du mâle dans l'accouplement. Il faut enfin examiner la nature des bêtes. Ray, dans son histoire abrégée des animaux, distingue deux espèces différentes de quadrupèdes; savoir : 1°. les bêtes à quatre pieds, qui ont des cornes ou des sabots; et 2°. ceux dont les pieds sont garnis d'ongles, de doigts, ou de griffes. 1°. Les quadrupèdes, qui ont les pieds garnis de corne, sont ou solidipèdes, c'est-à-dire, ont le sabot tout d'une pièce, comme le cheval, l'âne, le mulet, etc. les animaux de cette classe ne portent point de cornes à la tête; 2°. ou ils ont le pied fourchu ou fendu en deux; de ces animaux, les uns ruminent ou remachent leur nourriture, comme le bœuf, le mouton, la chèvre, et l'espèce des cerfs; les trois premiers de cette classe portent des cornes creuses et durables; les derniers ont des cornes pleines, et qui tombent dans de certains tems. D'ailleurs, il y a des animaux à pieds fourchus, qui ne ruminent point; tels sont les pourceaux et tous les animaux de cette espèce; 3°. enfin, les quadrupèdes qui ont le pied partagé en quatre divisions, et qui semblent ne point ruminer, comme le rhinocéros, l'hippopotame ou cheval de rivière, le *tapüerota*, et le *capi-bara* du Brésil, etc.

3°. Parmi les quadrupèdes de la seconde espèce, ou ceux qui ont des ongles, l'éléphant a ceci de particulier, que les divisions de ses pieds sont adhérentes les unes aux autres, et

sont toutes couvertes d'une membrane commune, qui ne laisse sortir que leurs ongles obtus à l'extrémité de leurs pieds.

4°. Le chameau et le dromadaire n'ont le pied séparé qu'en deux parties; et, quoiqu'ils n'aient point de cornes, ils ruminent, et ont quatre estomacs, ainsi que les animaux à cornes qui ruminent; quelques-uns d'entr'eux ont une bosse sur le dos, d'autres en ont deux.

5°. Les *antropomorpha*, ou quadrupèdes qui ont les pieds divisés en 5 parties avec de grands ongles, comme les doigts et les pouces de l'homme, forment la troisième espèce de la classe des animaux à ongles, comme les singes sans queue, d'autres qui en ont une, et d'autres plus gros, appelés babouins: on peut comprendre dans cette classe le *ou-rang-outang*, ou l'homme sauvage; le *caqui* ou *cay* du Brésil, et les *cercopitecis* ou singes de plusieurs pays.

6°. Une quatrième espèce d'animaux de cette classe, est composée de ceux qui ont des ongles pointus et crochus, comme les talons des oiseaux de proie; et ces animaux sont, ou de l'espèce des chats, ou de celle des chiens, ou de celle des animaux qui portent des fourrures, ou de l'espèce des lièvres.

7°. Parmi les quadrupèdes de l'espèce des chats, on compte le lion, le tigre, le *pardalis* (dont le mâle est le *pard*, et la femelle la panthère), le léopard, le lynx, le chat sauvage, l'ours et le chat ordinaire.

8°. On compte dans l'espèce des chiens, le chien ordinaire, le loup, le renard, le chat civette, la loutre, le blaireau, le veau marin, le cheval marin, la vache marine, et quelques autres animaux étrangers.

9°. De l'espèce des animaux à fourrures, sont: la belette, l'hermine, si elle est blanche, le furet, le putois, la martre, la fouine, la zibeline, la genette, l'*ichneumon bellonii*, le mungo des Indes, etc.

10°. De l'espèce des lièvres, sont: le lièvre, le lapin, le porc-épic, le biévre, l'écureuil, le rat, la souris, le loir, le cochon d'Inde, le *tapeta*, l'*aperca*, l'*agati* et le *paca* du Brésil, les lapins et les souris de plusieurs espèces.

11°. On peut ajouter à ces espèces de quadrupèdes quelques autres animaux irréguliers, comme les animaux vivipares, à quatre pieds, qui ont le grouin allongé et les pieds séparés en plusieurs griffes ou doigts, et qui ont des dents, comme le grand et le petit *fourmi-ours*, le *tamanduaguacu* du Brésil, etc.

13°. Les quadrupèdes volans, qui ont le grouin court et les pieds divisés en griffes, comme toutes les chauve-souris, dont il y en a de différente grosseur et de diverses formes.

14°. Les quadrupèdes sanguins et vivipares, qui respirent par les poumons, et qui n'ont qu'un ventricule au cœur, comme la grenouille, le crapaud, la tortue; il y a de ces dernières de différentes espèces, tant terrestres qu'aquatiques, dans les pays étrangers.

15°. Les quadrupèdes ovipares, qui ont

une longue queue placée horizontalement, comme toutes les sortes de lézards, le crocodile, le lézard ordinaire, le *seps*, qui est une espèce de serpent fourni de pieds, la salamandre, le caméléon, les lézards volans, et plusieurs autres espèces.

La nature des quadrupèdes est, par rapport à la vie ordinaire ou à l'économie animale, à-peu près la même que celle des hommes, que nous venons de décrire; ainsi, nous n'en rapporterons ici que quelques particularités qui les distinguent de l'homme, et qui les caractérisent brutes. Voici les principales: 1°. leur forme ou figure extérieure, qui est variée à l'infini, et qui distingue principalement les différentes sortes de brutes; 2°. leur grosseur dont il y a des degrés infinis; les plus grosses sont l'éléphant et le rhinocéros; 3°. leur tête panchée vers la terre, situation qui leur est très-nécessaire, vu la manière dont ils vivent; 4°. leur mouvement, ou leur façon de marcher, qui se fait sur quatre jambes; d'où leur est venu le nom de quadrupèdes; 5°. la forme et la composition particulière de leur tête, dont les différences sont infinies; 6°. quelques-uns d'eux sont armés de cornes de figure et de grandeur différentes; 7°. ils ont les oreilles formées et construites à l'extérieur d'une matière qui leur est particulière; 8°. la structure de l'œil diffère beaucoup dans les différentes espèces d'animaux; 9°. leur col est proportionné à la longueur de leurs jambes, excepté

seulement dans l'éléphant qui a une trompe pour suppléer à ce défaut; 10°. la forme de leurs jambes est particulière, mais différente selon leurs différentes espèces; de-là viennent la lenteur de quelques-uns, et la vîtesse et l'agilité surprenante de quelques autres; ils ont tous des queues de grosseur et de longueur différentes, qui servent à les défendre de l'incommodité des mouches, etc.; 12°. leurs corps sont couverts de différens tégumens de poil, de laine, d'épines, de duvet, etc. à proportion des différentes circonstances dans lesquelles ils sont destinés à se rencontrer dans leur vie; 13°. leurs pieds sont, les uns couverts de cornes, d'autres séparés en griffes, et armés de diverses sortes d'ongles pour répondre aux différentes nécessités de la vie; 14°. leurs narines ne sont pas formées de la même manière que les nôtres, et diffèrent encore entr'elles; 15°. leur cerveau est beaucoup plus petit que celui de l'homme, à proportion de leur corps; 16°. quelques-uns d'entre eux ont une membrane particulière sur les yeux, qui, en contractant leur prunelle, et les faisant clignoter, les met à couvert des incommodités qu'ils pourroient recevoir du gazon, du chaume, etc. en cherchant leur nourriture : ils sont pourvus d'un ligament fort, tendineux et insensible, appelé cuir blanc, qui règne depuis leur tête jusqu'au milieu de leur dos, et qui, sans leur causer de douleur, soutient la pesanteur de leurs têtes, quand ils broutent l'herbe, etc.; 18°. les estomacs des

brutes sont différens des nôtres, et les uns des autres, soit en grosseur, soit en grandeur; car les uns l'ont petit, d'autres l'ont large; les unes n'en ont qu'un, d'autres en ont deux ou plus : par exemple, le dromadaire à quatre estomacs; 19°. il y en a qui ont la faculté de ruminer, c'est-à-dire, de mâcher leur nourriture lorsqu'elles sont en repos; 20°. les cœurs des animaux ont une structure particulière; les uns n'ont qu'un ventricule, comme les grenouilles; d'autres en ont deux, et quelques-uns trois, comme le veau marin, etc.; 21°. il y a des animaux qui ne peuvent vivre que sur d'autres appelés amphibies, qui vivent également sur la terre et dans l'eau; 22°. les brutes se nourrissent différemment; les unes de chair; on les appèle carnacières; d'autres d'herbes; et quelques-unes de grains et semences, etc. Il y a encore une infinité d'autres différences moins importantes entre l'homme et la brute.

Passons aux oiseaux : ils sont terrestres ou aquatiques; 1°. parmi les oiseaux aquatiques, quelques-uns ont le bec crochu et des serres; et ceux-là sont ou carnaciers, et on les appèle oiseaux de proie; ou frugivores, c'est-à-dire, qu'ils se nourrissent de fruits : on les connoît en général sous le nom de perroquets;

2°. Parmi les oiseaux de proie, les uns sont des oiseaux de jour, qui vont chercher leur proie en plein jour; on en compte de deux sortes, les uns gros, les autres petits : les plus gros sont d'une nature plus hardie et plus gé-

néreuse, comme l'espèce des aigles, ou plus lâches et plus paresseux, comme les vautours;

3°. Les oiseaux de proie de jour, de la plus petite espèce, sont les éperviers et les faucons; ceux-là sont d'une nature hardie et courageuse, et on les appèle en général, faucons; les fauconniers distinguent encore ceux-ci en longues ailes, comme le faucon proprement dit, le lannier, etc. et courtes aîles, comme le gerfau, etc.; tous ceux-ci sont ordinairement dressés pour la chasse, et reviennent quand on les réclame;

4°. Ceux de l'espèce des faucons, qui sont lâches, paresseux, indociles, et vivent en liberté: les fauconniers n'en veulent point. Ces oiseaux sont aussi de deux sortes, grands et petits; ceux de la grande espèce sont les buses, et ceux de la petite sont le *butcher-bird*, ou oiseau-boucher, qui est à-peu-près de la grosseur d'un corbeau, et l'oiseau-de-paradis, qui est étranger;

5°. Parmi les oiseaux de proie, qui ont le bec crochu et des serres, il y en a quelques-uns qu'on appèle oiseaux de nuit, parce qu'ils ne volent et ne cherchent leur proie que la nuit, comme l'espèce des hiboux: ceux-ci ont cornes et oreilles, comme les chat-huans aigles, les chat-huans cornus, etc; ou ils n'ont point de cornes, comme les hiboux bruns, les hiboux gris;

6°. Il y a une sorte d'oiseaux terrestres, qui se nourrit de chair, de grains, de fruits;

on les distingue en 3 classes, suivant leur grosseur. La plus grande espèce est appelée *macaws;* ceux de la moyenne grandeur, sont les perroquets ordinaires, et les plus petits sont une espèce de perroquets: tous ceux-là ont la mâchoire supérieure mobile;

7°. Les oiseaux terrestres, qui ont le bec et les griffes plus droits, sont aussi de trois grosseurs différentes: ceux de la grande espèce, sont ceux qui, à cause du poids de leurs corps, et la petitesse de leurs ailes, ne peuvent point voler, comme l'autruche, le cassoware, le dindon, etc.;

8° Ceux de la moyenne grandeur, sont divisés à raison de leurs becs; en ceux qui ont le bec gros, épais, fort, et long; il y en a parmi ceux-là qui se nourrissent indifféremment de chair, d'insectes, et de plantes, comme l'espèce des corbeaux, qui sont tous noirs, et celle des pies, qui sont noires et blanches; d'autres qui se nourrissent de chair seulement, comme le martin-pêcheur; et quelques autres d'insectes seulement, comme le pivert; et ceux qui ont le bec plus petit et plus court, dont la chair est, ou blanche, comme toute la volaille; ou noirâtre, comme les pigeons et les grives (1);

9°. Les oiseaux terrestres de la dernière grosseur, qui ont le bec droit et des ongles,

(1) On trouvera au sixième volume d'autres divisions de tout le genre animal.

sont appelés petits oiseaux : il y en a de deux sortes ; les uns ont le bec foible, droit et allongé, et se nourrissent la plupart d'insectes ; les autres ont le bec fort dur et vivent de graines ;

10°. Les oiseaux aquatiques sont ceux qui fréquentent l'eau et les endroits marécageux, pour y aller chercher leur nourriture ; ceux-ci ont tous les pieds fendus, et pour l'ordinaire, les jambes longues et nues jusqu'au dessus des genoux, afin de pouvoir plus facilement marcher dans l'eau : on en distingue de deux sortes ; ceux de la grande espèce, comme la grue, etc. ; et ceux de la plus petite espèce, qui se nourrissent, ou de poissons, comme le héron, la cicogne, etc., ou d'insectes qu'ils cherchent dans la vase ; et parmi ceux-ci, les uns ont le bec long et droit, comme la becasse et le francolin ;

11°. D'autres ont le bec de moyenne grandeur, comme les pics de mer, et les jambes rouges ; il y en a une troisième sorte qui a le bec court, comme le vaneau et le pluvier : on appèle le bec des oiseaux, court, lorsqu'il ne passe pas un pouce et demi de longueur ; il est de moyenne longueur, depuis un pouce et demi jusqu'à deux pouces et demi ; le bec long est celui qui excède deux pouces et demi ;

12°. Il y a une autre espèce d'oiseaux aquatiques, qui nagent sur les eaux : les uns ont les ongles séparés, comme les poules d'eau ; mais presque tous les autres ont les doigts joints par une membrane : parmi ceux-ci, il y en a qui ont les jambes longues, comme le *flammant*,

l'*avosetta*, le *corrira ;* mais ils ont la plupart les jambes courtes ; quelques-uns ont les pieds partagés en trois divisions, comme le pinguin, le *rasor-bill*, etc. ; mais en général, ils ont quatre doigts à chaque pied ; ces doigts sont quelque fois joints tous les quatre par des membranes qui les unissent, comme on le voit au pélican et aux oyes : le plus souvent, celui de derrière est détaché ;

13°. Les oiseaux de cette espèce ont le bec ou étroit ou large ; ceux qui ont le bec étroit, l'ont, ou émoussé et crochu par le bout ; parmi ceux-là, quelques-uns ont des dents, comme le plongeon ; quelques autres n'ont point de dents ; tels sont les plongeons de mer ; ou bien ils ont le bec pointu, ou plus droit ; et ceux-là ont les ailes courtes comme les mouettes, ou les ailes longues, comme les oiseaux plongeurs, qu'on appèle *douckers ;*

14°. Ceux qui ont le bec large, peuvent être divisés en deux espèces, savoir : celle des oyes, qui sont plus gros, et celle des canards, qui sont plus petits ; mais il y a des canards de mer et de rivières ou d'étangs ;

15°. La plupart des oiseaux aquatiques ont la queue courte ; aucuns d'eux n'ont les pieds disposés comme les piverts ou les perroquets, qui ont deux griffes devant et deux derrière, au lieu que les oiseaux aquatiques n'en ont jamais qu'une seule par derrière, et souvent point du tout ;

La théorie des oiseaux est aussi surprenante qu'elle est intéressante ; car, 1°. à l'égard de

leur génération, ils sont engendrés d'un œuf; c'est pourquoi on les appéle animaux ovipares; 2°. ils ont deux mouvemens différens : ils marchent et ils volent, ce qui les rend les habitans de la terre et des airs; au moyen de quoi, 3°. la nature les a pourvus d'une paire d'ailes pour les mettre en état de parcourir la sphère fluide et élastique de l'air, et de conserver, pendant leur mouvement, leurs corps dans un équilibre convenable; 4°. la queue des oiseaux leur sert à gouverner leur course, à les tenir fermes pendant leur vol, et les aide à monter et descendre dans l'air; 5°. leur plumage est quelque chose de surprenant; il sert à les couvrir et à les orner : une plume est, dans toutes ses parties, une production très-curieuse, lorsqu'on en examine bien la tige, le tuyau et les barbes. Le parenchime qui se trouve dans le haut d'une plume coupée transversalement, est très-remarquable au microscope; 6°. les pieds des oiseaux méritent aussi d'être observés : les uns ont les doigts joints par une membrane, pour pouvoir leur servir à nager, comme les oies, les canards, etc.; les autres qui n'ont point cette membrane, sont faits de manière que les oiseaux peuvent s'en servir pour marcher, percher, saisir leur proie, etc.; 7°. Les serres fortes et aigues des oiseaux de proie sont encore fort remarquables, comme celles de l'aigle, du vautour, etc.; 8° la tête des oiseaux est conformée admirablement bien pour pouvoir

traverser les airs ; car elle approche de la figure du solide de Newton, qui oppose le moins de résistance ; 9°. le bec des oiseaux est un chef-d'œuvre de l'art ; leurs machoires sortent en quelque sorte de leur tête, et viennent se rencontrer dans un point ; ce qui les met en état de fendre l'air, de prendre leur nourriture, de fouiller dans le bois, la terre, etc. pour chercher leur proie ; 10°. leurs oreilles sont placées au niveau de leur tête, afin de ne point les arrêter dans leur vol ; 11°. la situation commode de leurs yeux fait qu'ils peuvent voir un hémisphère entier ; et par conséquent, les oiseaux peuvent, avec leurs deux yeux, découvrir tout-à-la-fois tout ce qui se passe autour d'eux, et par ce moyen chercher leur nourriture, et éviter les dangers ; 12°. la structure merveilleuse du corps des oiseaux est aussi digne de notre attention que de notre admiration ; il est construit comme un vaisseau ; l'os de leur poitrine leur tient lieu de quille, et leur queue comme d'un gouvernail, pour se conduire dans les airs ; 13°. la composition intérieure et leurs différentes parties, comme le larinx, la langue, l'oreille interne, les différens muscles, leurs poumons et la position de leur cœur, etc., ne sont pas les mêmes que dans la plupart des autres animaux ; 14°. le passage des oiseaux d'un pays à un autre, est une chose bien étonnante. Les cicognes connoissent dans l'air le tems qui leur est marqué ; les tourterelles, les grues, les

hirondelles observent l'époque de leur arrivée ; les hirondelles sur-tout passent leurs quartiers d'hiver dans l'eau et sous la glace, rassemblées en pelotons dans les mers du nord, et reviennent au printems dans les pays plus chauds ; 15°. la manière de couver des oiseaux est aussi bien remarquable. Comment ont-ils pu être avertis que leurs œufs contiennent leurs petits, ou que leur production est en leur pouvoir. Leur façon de faire leur nid a presque de quoi humilier l'orgueil de l'homme : avec quel art, quelle netteté, quelle propreté ne le construisent-ils pas ? 16°. l'œuf lui-même n'est-il pas une invention qui manifeste toute la sagesse du créateur ? La plupart des animaux sortent d'un œuf au dedans ; mais les oiseaux les pondent ou les mettent dehors ; aussi ces œufs sont-ils munis de coquilles dures, pour mettre l'embryon qui y est renfermé à couvert de tous les accidens, et pour y contenir en même tems la nourriture qui lui convient : les petits poulets se nourrissent du blanc de l'œuf seulement, jusqu'à ce qu'ils soient d'une certaine grosseur ; après quoi ils se nourrissent de la substance plus forte du jaune ; 17°. quoique tous les oiseaux soient éclos des œufs, ce n'est pas toujours pour avoir été couvés par la mère : quelquefois on emploie pour cela une chaleur étrangère. On fait éclore des poulets dans des fours : chaque fournée contient jusqu'à 8000 œufs ; 18°. il y a des oiseaux qui se nourrissent de grains : on les

appèle

appèle granivores. Les oiseaux de proie sont nommés carnassiers, parce qu'ils se nourrissent de chair. Telles sont les principales propriétés de la nature des oiseaux.

Il faut porter nos regards sur les poissons : Aristote les divise (1) en trois espèces ; savoir : l'espèce cétacée, l'espèce cartilagineuse, et l'espèce qui a deux arêtes sur le dos. Willougby adopte cette division, et la trouve meilleure que celle de Rondelet, qui distingue les poissons de mer, poissons de rivière, et poissons de lacs ou d'étangs. Les poissons de l'espèce cétacée, qu'on appèle aussi animaux marins, ont des poumons, et respirent comme les quadrupèdes ; ils s'accouplent comme eux, conçoivent et mettent bas leurs petits tout vivans, et les nourrissent de leur lait.

L'espèce cartilagineuse est produite d'œufs qu'elle pond, semblables à ceux des oiseaux.

L'espèce des poissons qui ont des arêtes sur le dos est aussi ovipare, mais leurs œufs sont plus petits ; ils ont des arêtes ou os garnis de pointes en haut et en bas, dans leur chair, pour les fortifier. Willougby pense qu'il seroit plus à propos de distinguer les poissons en ceux

---

(1) Nous donnerons, au chapitre où nous traiterons en détail de l'Histoire naturelle, tome 6, d'autres divisions de tous les animaux, non-seulement parce que c'est une partie très-intéressante, mais parce que ces divisions sont elles-mêmes très-curieuses.

qui respirent par les poumons, et ceux qui respirent par les ouies, et de subdiviser ceux qui respirent par les ouies, en vivipares et ovipares.

Il subdivise l'espèce vivipare en longs, comme les goulus et les chiens de mer; et en larges, comme les *pastinacæ*, les rayes, etc.

L'espèce des ovipares est la plus nombreuse; il la subdivise en poissons plats, et en ceux qui nagent le dos élevé ou à angles droits avec l'horizon : il nous donne la liste suivante des poissons qu'on voit en Angleterre :

1°. L'espèce cartilagineuse longue, contient les goulus blancs et bleus, le chien de mer piquant, le chien de mer lisse, le *cornwal-bounce*, le *morguay*, ou petit chien de mer.

2°. De l'espèce cartilagineuse plate, sont le *scate* ou *flare*, la raye, le cheval blanc, l'ange, ou le poisson solitaire, le poisson-crapaud ou diable-marin.

3°. L'espèce spineuse plate renferme la plie, la limande, le *plase*, la barbile, le carrelet, le turbot du nord, la sole.

Dans l'espèce des anguilles, on compte la lamproye, la petite lamproye, l'anguille congre, l'anguille ordinaire, la lance ou anguille de sable, la barbotte ou le turbot, le loup-marin, l'alouette de mer à crête, la loche de mer, le *butter-fish*, le liparis de Rondelet, le chabot, le *poto-hog de Hollande*.

4°. Les poissons qui n'ont point de nageoires au ventre, sont : le poisson-soleil, l'aiguille d'A-

ristote, la couleuvre de mer, le poisson à scie, auxquels on peut ajouter la sirène.

5°. Les poissons sans arêtes, mais avec trois nageoires douces sur le dos, sans piquans, sont: la morue, *whiling-pollack*, le *cole-fish*, le *withing-blands*, le merlus, le merlan.

6°. Les poissons sans arêtes, mais avec deux nageoires douces sur le dos, sont: le hake, le ling, le ton ou maquereau d'Espagne, l'ombre, le ginnard, le schelley, le saumon, le samlet ou braulin, le gray, la truite saumonée, le *scurs* ou *bull-truite*, la truite, le *char* rouge, le guilt-charr, l'éperlan, le roc-fish ou goujon de mer, le *lump* ou le hibou de mer, celui qu'on appèle chien sur les côtes occidentales de l'Angleterre.

7°. L'espèce des poissons sans arêtes, qui n'ont qu'une nageoire sur le dos, comprend le hareng, la pélamide, l'alose, la melette, qui n'est qu'un jeune hareng, le *garr-fish*, l'esturgeon, le brochet, la carpe, la brême, la tanche, l'oerve, le chabot, le barbeau, la vendoise, le rouget, le able, le goujon, la loche, et le *minnow*. Les 12 derniers sont appelés *malacostomi*, bouches de cuir, parce qu'ils n'ont point de dents aux mâchoires, mais seulement dans le fond de leurs bouches.

8°. L'espèce de poissons à arêtes piquantes, qui ont deux nageoires sur le dos, dont la plus proche de la tête est piquante, contient le *baffe*, le mulet, le graygarnaro, le

tub-fish, le piper, le rotchet, le surmulet, l'araignée, le *scud*, la perche, la *dorge*.

9°. L'espèce des poissons piquans, qui n'ont qu'une nageoire sur le dos, dont les rayons sont les uns piquans, les autres doux, comprend la dorade, la vieille femme, le *ruff*, le dos piquant ou bansticle, et le dos piquant de la petite espèce.

10. Parmi l'espèce cétacée, on compte la baleine britannique des anciens, qui n'est plus connue, la baleine ordinaire, le dauphin et le *porpuss*.

Voici ce qu'il y a de plus digne d'être remarqué dans la nature des poissons : 1°. ils sont engendrés dans l'eau, et c'est le seul élément où ils puissent vivre ; 2°. comme leurs mouvemens se font en nageant, ils n'ont pas besoin de pieds ; aussi n'en ont-ils point ; 3°. au lieu de jambes, ils sont pourvus de nageoires, et sur-tout d'une sorte de queue qui leur est propre, et qui leur sert comme de gouvernail pour diriger leur course dans les eaux ; 4°. les nageoires qu'ils ont sous le ventre, servent principalement à les empêcher de tourner sur le dos ; ce qui arriveroit, si on leur coupoit ces nageoires, parce que leur dos est plus pesant que leur ventre ; 5°. les poissons respirent dans l'eau par la bouche et les ouies ; car les ouies leur tiennent lieu des poumons qui sont dans le corps des autres animaux : 6°. le corps des poissons est conformé de la manière la plus convenable, pour pouvoir traverser le milieu dense de l'eau avec le plus de fa-

cilité et le moins de résistance qu'il soit possible ; 7°. y a-t-il rien de plus surprenant que les écailles nombreuses, dures, douces, polies, brillantes et de mille couleurs différentes, suivant l'espèce de poissons, dont la surface de leurs corps est si curieusement couverte, et qui, tout-à-la-fois, les défendent, les ornent, et les mettent plus en état de fendre l'eau : 8°. l'auteur de la nature a formé l'œil des poissons, et l'a exactement approprié à la nature et à la réfraction de l'eau, qui est bien différente de celle de l'air : en effet, leurs yeux sont plats en dehors et non sortans, afin qu'ils n'arrêtent et n'empêchent pas leur mouvement ; mais ils ont l'humeur crystalline sphérique, et non pas lenticulaire et applatie, comme nous qui vivons et voyons à travers l'air ; 9°. les poissons sont munis d'une vessie pleine d'air, qui, selon qu'ils la compriment ou qu'ils la dilatent, les fait monter, s'arrêter ou descendre dans tel endroit de l'eau qu'ils veulent ; 10. il y a des poissons qui portent avec eux des instrumens de défense : telles sont les rangées circulaires de dents aigues qui garnissent la bouche des goulus : d'autres ont des ailes ; il y en a qui ont deux pieds ou plus, comme la baleine mâle, etc. (Voyez la licorne, fig. Ire., n°. 4 de l'Atlas) dont la corne a dix ou douze pieds de longueur ; le poisson à épée, fig. 2, et le poisson à scie, au même n°. 4, sont fort surprenans ; l'épée et la scie ont six, huit ou dix pouces de large en sortant de la tête, et cinq ou

six pieds de longueur, autant que nous pouvons nous souvenir de les avoir vus : les dents de la scie, à l'endroit où elle est la plus large, sont de la longueur d'un doigt ; 11°. il y a dans les poissons et autres animaux aquatiques, une infinité de degrés de grosseur : le plus grand de tous est la baleine ; 12°. les espèces des poissons sont aussi variées que leur grosseur.

Après les animaux dont nous avons parlé, viennent, dans la division que nous avons donnée, les insectes : Ray les distingue en deux classes générales ; savoir, ceux qui changent de forme, et ceux qui n'en changent point.

1°. Les insectes qui ne changent point de forme, ont, les uns six pieds, d'autres huit, d'autres quatorze, d'autres vingt-quatre, et quelques-uns davantage : c'est pourquoi on les appèle polipèdes ou multipèdes.

2°. Ceux qui n'ont que six pieds, sont terrestres ou aquatiques : les insectes terrestres sont de plusieurs sortes, comme le pou, la puce, la punaise, la tique, et plusieurs autres, qu'on trouve dans le bois pourri des arbres, dans les vieux livres, dans la farine, dans la terre, dans les fleurs, etc. Les insectes aquatiques sont des espèces de poux qui s'attachent au corps des poissons, et le *squilla fluviatilis*.

3°. Les insectes qui ont huit pieds, ont une queue comme les scorpions, ou n'en ont point comme les araignées : parmi ces dernières, les unes ne filent point, et n'ont que deux yeux, et de longues pattes, comme le faucheur ;

d'autres filent une toile et ont plus de deux yeux ; il y en a de plusieurs sortes. On doit joindre à l'espèce des insectes à huit pattes, plusieurs sortes de tiques et de mittes.

4°. Les insectes qui ne changent point de forme, et qui ont quatorze pattes, sont les *aselli*, ou l'espèce des poux de bois, dont les uns vivent dans l'eau, et les autres sur terre : on peut comprendre dans cette classe une espèce de moucheron, ou mouche d'eau, et une sorte de poux d'eau qui s'attache au corps des poissons.

5°. Ceux qui ont vingt-quatre pattes, ont les huit de devant plus courtes que les seize de derrière : on en remarque de deux sortes, qui ont le corps long ; les uns plus grands, qui sont d'une couleur brune, et qu'on trouve parmi les rochers sur les bords de la mer; les autres d'une couleur argentée, qu'on voit dans les maisons.

6°. Il y a une sorte d'insectes, qui a trente pattes : ils sont de figure allongée, de couleur de chataigne, et ont le corps applati ; on les trouve ordinairement sous les souches ou troncs d'arbres ; ils sont fort vifs et très-agiles.

7°. Les insectes *multipèdes*, qui ne changent point de forme, se trouvent, ou dans l'eau, ou sur la terre : ceux de terre ont le corps arrondi, et toutes leurs pattes sortent du milieu du ventre, comme le *tulus ;* où ils sont plus applatis, et ont leurs pattes qui sortent de cha-

que côté de leurs corps, comme les scolopendres.

8°. Quelques-uns de ces insectes multipèdes sont aquatiques. Ray en compte trois sortes, savoir : les *cornish-lugs*, la scolpendre marine, et un certain insecte à deux queues, qui se trouve dans les crevasses des pierres sous l'eau salée.

9°. De la seconde espèce d'insectes, sont ceux qui changent de forme, et qui éprouvent une métamorphose réelle : il y en a de trois sortes; la première est de ceux dont la métamorphose est unique, et s'opère tout d'un coup, c'est-à-dire, sans qu'il y ait d'intervalle sensible entre l'ancienne et la nouvelle forme : la seconde espèce est de ceux qui éprouvent une double métamorphose, et qui se changent d'abord en nymphe, ensuite en insecte volant, avec une intervalle sensible entre une forme et l'autre.

10°. La première espèce comprend les *libellæ* ou *pertæ*, qui sont produites d'un insecte à six pattes; les punaises de bois, qui ont sur le dos la figure d'une croix de Saint-André, les sauterelles, les formicaléons, les grillons de toutes les sortes, les cigales, les blattes, l'éphémère qui ne vit qu'un jour, le scorpion d'eau, les mouches d'eau de plusieurs sortes, etc.

11°. La seconde espèce des insectes, qui éprouvent deux métamorphoses est bien nombreuse; ils se couchent avant que la métamorphose se fasse tout-à-fait, et restent dans cet état sans manger et sans se remuer.

12°. Par rapport à leurs ailes, où ils sont *vaginipennia*, c'est-à-dire, qu'is ont une espèce d'étui pour placer leurs ailes, comme tous les *scarabées*, ou l'espèce des escarbots ; ou ils sont *anelitræ*, c'est-à-dire, qu'ils ont les ailes découvertes.

13°. L'espèce des escarbots, est divisé par rapport à ses cornes, en *nasicornis*, *bucerota*, et cerf volant : on les divise, par rapport à leurs antennes, en plusieurs sortes ; les principaux sont les capricornes ; quelques-uns sont appelés sauteurs, à cause de leur mouvement qui se fait par sauts ; d'autres sont nommés cantharides, à cause de leurs couleurs.

14°. On peut comprendre dans la classe des escarbots, les vers luisans, le *staphilinus*, et les escarbots à huile, ainsi nommés, parce qu'ils sort une espèce d'huile des jointures de leurs corps, quand on les presse.

15°. Les anelitræ, ou les insectes dont les ailes sont à découvert, ont les ailes farineuses comme les papillons, ou membraneuses et transparentes comme l'espèce des mouches.

16°. Les *anelitræ* qui ont les ailes farineuses sont de deux sortes, savoir : les papillons qui volent pendant le jour, les *phalenæ*, en français phalènes ou *millers*, ou *tigues*, qui volent pendant la nuit ; chacune de ces espèces est si nombreuse, qu'il seroit difficile de les compter.

17°. Les *anelitræ* dont les ailes sont membraneuses, forment les classes nombreuses des insectes les plus parfaits, comme les frelons,

les taons, les abeilles, les guèpes, et toutes les sortes de mouches et de moucherons ; on compte aussi dans cette classe les fourmis : la plupart des insectes de cette sorte viennent d'un ver, par une métamorphose de la troisième espèce.

On remarque, par rapport aux insectes ; 1°. que, quoique le vulgaire les méprise à cause de leur petitesse, cependant, quand on les considère avec soin dans un microscope, ils paroissent autant de chef-d'œuvres, dans lesquels la nature a employé l'art le plus délicat et le plus raffiné, et déployé la broderie la plus riche, le luxe et la beauté des couleurs, avec plus de profusion, que dans aucune autre espèce d'animaux plus gros ; 2°. les insectes (1) tirent leur dénomination de la forme de leur corps qui est, pour ainsi dire, coupé en deux parties, ou moitiés, qui ne sont jointes l'une à l'autre que par un filet, comme on le voit dans les fourmis, les mouches, etc. ; 3°. ils sont tous ovipares, c'est-à-dire, qu'ils déposent au dehors les œufs dont ils sont tous produits ; 4°. les différentes sortes d'insectes déposent leurs œufs dans différens endroits, les uns dans la bierre, le vinaigre, etc. ; d'autres dans les prunes, les légumes, les noix, etc. comme les mouches *ichneumon ;* dans les poires, les pommes, etc. comme l'espèce ap-

(1) Le mot insecte vient du latin *secare*, couper.

pelée *phalenæ ;* dans l'écorce, le bois, les boutons, les feuilles des arbres. Les papillons blancs les déposent sur les feuilles de choux; d'autres, qui ont besoin de chaleur, pondent leurs œufs sur les corps des animaux, comme dans les plumes des oiseaux, le poil des bêtes, et même sur les écailles des poissons; d'autres font plus, ils pénètrent dans les corps même, et leurs cavités, pour y déposer leurs œufs, comme dans le nez, dans les intestins, les reins, la vessie, le cerveau, etc.; 5°. de-là vient la production surprenante des vers dans toutes les parties du corps des animaux; 6°. la métamorphose des insectes est encore une chose bien curieuse ; nous allons en rapporter un exemple que nous avons emprunté de M. Godart : voyez la figure 4, n°. 4 de l'Atlas: la chenille A, dit-il, tire son origine de l'œuf d'un papillon C appelé l'*œil de paon ;* je l'ai pris le 4 mai 1635, et je l'ai nourri de feuilles d'orties jusqu'au 11 juin de la même année, auquel tems elle commença à se préparer pour passer à l'état de nymphe, de *chrysalide* ou d'*aurélie*, comme B; elle resta dans cet état la tête en bas pendant dix-neuf jours, au bout desquels il sortit de cette aurélie un papillon C qui avoit quatre ailes, et qui, pour la beauté de ses couleurs, est appelé *œil de paon*, comme je l'ai dit tout à l'heure »; 7°. dans leur premier état les insectes, comme les vers et les chenilles, se nourrissent de mets grossiers et durs, par exemple de feuilles, etc. tout au

contraire des autres animaux; dans leur état d'aurélie ils ne mangent point du tout; mais dans leur état de maturité ou d'insectes volans, ils vivent de mets plus délicats et plus tendres, comme du suc des plantes, du sang des animaux, etc.; 8°. on a découvert au moyen du microscope, que les couleurs variées des chenilles, etc. viennent de certaines plumes délicates et déliées, qui sont appliquées sur leurs corps par rangées, et avec un ordre admirable; 9°. les yeux des insectes sont durs, fixes ou immobiles; et quelques espèces en ont plus de deux, comme les araignées qui en ont 4, 6, ou 8; les mouches, les guèpes, etc. ont la cornée ou enveloppe extérieure de l'œil, faite comme une espèce de rézeau, telle qu'on la voit représentée dans la figure 5. Les yeux de ces insectes sont construits de manière à n'avoir pas besoin des humeurs crystalline et vitrée, dont on prétend qu'ils manquent; 10°. les antennes qui sortent de la tête des insectes, leur servent à sentir les obstacles qui s'opposent à leur marche, ou à leur vol: c'est un bon moyen pour garantir leurs têtes et leurs yeux; et dans plusieurs, un fort bel ornement de leurs corps; 11°. pour ce qui regarde le mouvement des insectes, les uns rampent, les autres sautent, d'autres marchent, la plus grande partie vole: les uns volent avec les ailes, d'autres par le moyen de leurs toiles, comme l'araignée, et d'autres par d'autres moyens qui nous sont in-

connus; 12°. les ailes de beaucoup d'insectes, sont un chef-d'œuvre fort curieux; elles sont étendues et fortifiées par des os très-fins, qui sont couverts de membranes fort délicates, transparentes et très-légères; quelques-unes sont garnies de fort belles plumes : il y en a une grande partie, qui sont garnies d'articulations, et de jointures très-déliées, pour pouvoir se retirer et se renfermer dans leurs étuis, et en ressortir quand il le faut; 13°. les insectes qui ont quatre ailes, ont par ce moyen leurs corps toujours droits et fermés en volant; ceux qui n'en ont que deux, ont, pour remédier à ce défaut, des poids semblables à de petites boules, sous les ailes, de chaque côté de leur corps; 14°. la petitesse, l'art et la beauté des jointures, des muscles, des tendons, des nerfs, etc. qui sont nécessaires pour opérer le mouvement des ailes, des jambes, et autres parties, est encore une chose surprenante pour ceux qui prennent la peine de les examiner; 15°. la manière dont les insectes font leurs nids, l'emporte de beaucoup sur l'art humain le plus raffiné; témoins les réduits compassés de quelques-uns, ou les cellules que d'autres pratiquent dans la terre, ou bien les filets et les toiles de plusieurs autres, qui sont tissues avec un art admirable; 16°. quel instinct singulier a pu inspirer à quelques-uns de ces insectes de faire servir la nature même à leurs desseins, en profitant de la végétation des arbres et des plantes, comme de moyens

pour construire leurs cellules ou petits nids; telles sont ces petites boules et ces noix de galle, qu'on trouve sur les feuilles et les branches des végétables de presque toutes les sortes : quelques-uns de ces nids sont des coques dures, d'autres de petites boules plus tendres; les uns sont couverts d'écailles, d'autres sont unis, d'autres entourés de poils, d'autres sont longs, ronds, coniques, etc.; 17°. les insectes ont des parties analogues au cerveau, à l'estomac, aux entrailles, aux artères, aux veines, aux nerfs, aux vaisseaux lymphatiques, etc.; mais, comme ces parties sont extrêmement délicates et tendres; elles sont en quelque sorte renfermées dans la dure enveloppe de leur corps extérieur, qui les couvre et les défend comme une cotte de mailles; 18°. de plus, avec combien de soin ces tégumens extérieurs, ou enveloppes dures du corps des insectes ne sont-ils point formés ? combien de piquants et de pointes aiguës n'ont-ils point pour les défendre ? de combien de beautés, de couleurs, et d'ajustement ne sont-ils point parés ? 19°. si la grandeur de quelques sortes d'animaux est surprenante, la petitesse de quelques insectes est encore plus étonnante. Leuwenhoeck a remarqué tout-à-la-fois plus de ces petits animaux dans le foie d'une morue, qu'il n'y a de personnes vivantes sur la face de toute la terre; il a trouvé aussi qu'une goutte d'*hydropiper*, contenoit plus de 8280000 de ces petites créatures; on en a pourtant encore dé-

couvert de plus petites que celles-là, de sorte qu'une goutte d'eau peut en contenir des millions de millions ; 20°. c'est le nombre infini de ces animaux invisibles qui fait paroître les eaux croupissantes, de tant de couleurs différentes, comme vertes, rougeâtres, etc. Examinons maintenant la nature de ces insectes qu'on nomme reptiles; ils sont, ou terrestres, ou aquatiques : les reptiles terrestres sont ceux qui vivent sur la terre ou dans la terre; les principaux sont : l'espèce des serpens, dont les uns ont la morsure venimeuse, comme le serpent à sonnette, la vipère et l'avoye; mais d'autres prétendent que ce dernier n'est pas venimeux, ce qui est une erreur, car son poison est très-subtil : il a aussi le regard très-vif et très-perçant, et n'est point aveugle, comme on l'a dit. Il y a des serpens qui ne sont point venimeux, comme le serpent ordinaire, et beaucoup d'autres qui se trouvent dans les pays étrangers.

2°. l'espèce la plus considérable des reptiles, après les serpens, sont les limaçons de toutes les sortes; il y en a qui ont des coquilles de forme, grandeur et couleur différentes; d'autres n'ont point de coquilles, comme les gros limaçons noirs : d'autres, de couleur jaune et verdâtre, et tous ceux qu'on appèle limasses, et qu'on trouve sous des planches, dans des endroits humides, et sur les feuilles des plantes, etc.

3°. On peut aussi ranger dans la classe des rep-

tiles, l'espèce des multipèdes; car, comme on ne peut qu'improprement les mettre au nombre des insectes, et que leur mouvement, quoique formé avec les jambes, se fait en quelque sorte en rempant et en se traînant, on peut fort bien les appeler reptiles; mais comme, en suivant la méthode de Ray, nous en avons fait mention dans l'article comme d'une espèce d'insectes, nous n'en parlerons pas davantage.

4°. Les *lumbrici*, ou vers de terre, font une partie considérable de la classe des reptiles : il y en a de gros, d'autres plus petits, parmi lesquels on en voit de rouges et de verds, qui ont la queue jaune : on appèle ces derniers *queues dorées*.

5°. Les vers qui se trouvent dans le corps des animaux, font encore une classe considérable, comme les ronds ou *térètes*, les larges ou *ascarides* qui se trouvent dans les intestins de l'homme; les *sétiformes*, dans les intestins des chevaux et autres animaux.

6°. Les reptiles aquatiques sont de plusieurs sortes : les anguilles tiennent le premier rang entr'eux, à raison de leur mouvement; mais, à cause de leur nature, on les a toujours mises au nombre des poissons, et nous en avons parlé dans l'avant-dernière note.

7°. Les sang-sues tiennent le premier rang, après les anguilles, parmi les reptiles aquatiques : il y en a de trois sortes, celles dont on se sert en médecine, les sang-sues noires ordinaires,

ordinaires, et les sang-sues de mer, couleur de cendres : il y en a encore d'une autre espèce, qui sont plus petites et plus plates, et qu'on trouve attachées aux pierres dans le fond des ruisseaux.

8°. Il y a encore une autre sorte de reptiles aquatiques, plus petits, dont les uns sont ronds, longs et noirs, les autres rouges : les noirs ont deux petites cornes sur la tête ; les rouges sont de la longueur du doigt, et ont la queue partagée en deux comme des serres : on peut encore ajouter à cette classe ces petites anguilles qu'on trouve par monceaux dans les eaux dormantes, et qui font paroître l'eau rouge dans de certains endroits, à cause d'un vaisseau rempli de fluide rouge qui paroît au travers de leur corps.

9°. Il y en a d'une autre espèce qui sont petits, plats et minces, et qu'on appèle *flukes* : on les trouve quelquefois dans les eaux, et quelquefois dans les branches du pore biliaire dans les animaux : il y en a encore outre cela plusieurs autres sortes qui n'ont point de noms particuliers.

10°. Nous pensons qu'on peut ranger dans la classe des reptiles ces animaux aquatiques qui sont couverts d'un étui ou theca : cet étui est, ou immobile et attaché aux pierres, rond, ou plutôt un peu applati ; ou mobile, et se peut enlever : on l'appèle communément *phriganea*, et il est droit ou crochu.

11°. Le theca droit est composé ou de pailles

placées parallèlement les unes aux autres ; et il y en a de deux sortes, les uns plus grands, dont les pailles sont longues de deux pouces, et un autre plus petit qui est fort commun ; ces reptiles se nomment vers de paille ; ou bien ces pailles sont placées transversalement, plus courtes, et mêlées avec un peu de coquille ou de pierre.

12°. Il en est d'autres dont le *theca* ou étui est droit aussi, et n'est point fait de pailles, mais toujours de sable et de gravier : ceux-ci ont pour la plupart leur étui rond ; on les appèle *amorce de merlus ;* d'autres sont plus comprimés et applatis.

13°. D'autres ont des *theca* ou étuis crochus qui vont toujours en s'applatissant ; on en compte de quatre sortes, savoir, des noirs, grands ou petits ; d'autres, couleur de cendres, grands ou petits : les étuis, ou enveloppes de toutes ces sortes de vers, sont admirablement formées ; toutes les parties en sont cimentées et collées ensemble, de manière qu'il seroit difficile de les séparer ; par ce moyen, ces reptiles se mettent à couvert de la voracité des poissons, qui autrement en feroient leur proie.

L'espèce des reptiles a plusieurs choses qui lui sont communes avec d'autres animaux, et que nous avons déja remarquées ailleurs ; mais elle en a d'autres qui lui sont particulières, et que nous allons exposer ici : 1°. leur mouvement tortueux, vermiculaire ou rampant, est fort curieux et imaginé avec un art très-dé-

licat et une justesse géométrique ; 2°. tout le corps d'un ver n'est, en quelque sorte, qu'une chaîne d'anneaux en ligne spirale, dont les fibres orbiculaires, en se contractant, rendent les anneaux, de larges et étendus qu'ils étoient, plus étroits et plus longs ; ainsi, celui de devant tirant après lui celui de derrière, l'action est continuée dans toute la longueur du corps, et produit leur mouvement orbiculaire ou spiral ; 3°. l'espèce des serpens se meut par le moyen d'écailles annulaires, couchées droites en travers de leur ventre, et dans un sens contraire à celles qu'ils ont sur le dos et sur les autres parties de leur corps : or, les extrémités des écailles les plus avancées, étant couchées sur l'extrémité de celles de derrière, depuis la tête jusqu'à la queue, glissent un peu par-dessus ; de sorte que, quand chaque écaille est tirée en arrière, où un peu redressée par l'action de son muscle, son extrémité extérieure s'écarte un peu du corps pour appuyer sur la terre ; ce qui produit par l'action successive de toutes ces écailles, le mouvement tortueux des serpens ; 4°. le mouvement des limaçons se fait par l'ondulation d'une peau longue et large qu'ils ont des deux côtés de leur ventre ; ce qui fait qu'ils se collent sur toutes sortes de superficies et dans toutes sortes de postures ; c'est en partie la matière gluante et visqueuse qui sort de leur corps, et en partie la pression de l'atmosphère ; 5°. les chenilles, dans le tems qu'elles sont dans leur

état vermiculaire, sont pourvues de petites pattes dont celles de devant sont courtes et crochues pour tirer les feuilles, etc. à elles; celles de derrière, au contraire, sont de larges palmes garnies tout autour de petites pointes, par le moyen desquelles elles s'accrochent et se cramponnent par tout où elles sont; au lieu que dans leur état de nymphe ou d'aurélie, elles n'ont point de pattes ni même de mouvement, si ce n'est un peu par la partie de derrière; dans leur état de maturité ou d'insectes, elles ont les parties de mouvement propres à cette espèce d'animaux; 6°. on remarque un mécanisme merveilleux dans la façon de marcher des millepèdes ou multipèdes : chacune de leurs pattes de chaque côté du corps a son mouvement; elles se suivent régulièrement l'une l'autre d'un bout à l'autre du corps; de sorte que leurs jambes en marchant font une espèce d'ondulation, et donnent au corps un mouvement plus prompt qu'on ne pourroit se l'imaginer dans un insecte, dont tant de petites pattes doivent faire des pas si petits; 7°. l'arête ou l'épine du dos des serpens est réellement capable de nous surprendre : combien les jointures des vertèbres ne sont-elles pas proches les unes des autres? combien les petits muscles qui y répondent, ne doivent-ils pas être nombreux et forts? par quelles articulations admirables de vertèbres peuvent-ils tourner leurs corps en tout sens? 8°. il y a des reptiles qui sont pourvus d'une matière

venimeuse, qui leur sert à arrêter plus aisément et à saisir plus sûrement leur proie, et probablement à faciliter la digestion de leur nourriture ; 9°. le poison de la vipère est enfermé dans une petite vessie placée dans ses gencives à l'extrémité d'une certaine dent aigue, et y est transmis par un canal, d'une glande conglomérée que ce reptile a sur le côté de la partie antérieure de la tête, qui sépare ce poison de son sang. Cette dent est creuse, et c'est par ce trou que ce poison est porté jusqu'à la blessure, lorsque ce serpent mord quelqu'un ; 10°. la grosseur, ou plutôt la longueur de quelques serpens, est quelque chose de bien surprenant. Nous avons vu la peau entière d'un serpent à sonnettes, de vingt-deux pieds de long ; il y en a qui ont jusqu'à trente pieds de longueur ; 11°. les reptiles de l'espèce des serpens sont de tous les animaux, ceux qui ont la vie la plus dure ; aussi, voyons-nous des anguilles, des couleuvres, etc. vivre, se mouvoir, et avoir même de la force, long-tems après qu'on leur a coupé la tête, et qu'on les a écorchées : on doit en attribuer la cause à ce que leur chair est plus solide, plus ferme et plus compacte que celle des autres animaux ; 12°. Rédi rapporte que les serpens et les vipères vivent, non-seulement des jours et des semaines, mais même plusieurs mois sans manger, lorsqu'ils sont renfermés dans une boîte : bien plus, il assure qu'au bout de huit, neuf ou dix mois,

ils sont encore en état de mordre et lancer leur poison : mais si le vase est ouvert, et qu'ils puissent respirer l'air, ils meurent en peu de tems, faute de nourriture; 13°. il y a des reptiles, comme les vers de terre, les limaçons, etc. qui sont hermaphrodites, c'est-à-dire, qui ont les parties génitales des deux sexes; le même ver est en même tems mâle et femelle, de sorte qu'ils s'accouplent mutuellement les uns les autres; les parties génitales des limaçons sont placées à leur col précisément au-dessous de leur tête. Si l'on veut apprendre quelque chose de plus sur la nature, les différentes espèces, et tout ce qui est particulier aux reptiles, on le trouvera dans la suite de ce recueil, au chapitre où nous traiterons en détail de l'histoire naturelle, tome 6.

Il ne nous reste qu'à examiner les coquillages, ou animaux à coquilles. Les différentes espèces de coquillages, ou d'animaux à coquilles, ne sont, ni bien connues, ni bien distribuées par les naturalistes; et il n'est guère possible qu'elles le soient, puisqu'il y en a un si grand nombre, et que le principal lieu de leur habitation est le fond de la mer. Nous allons donner ici l'énumération de quelques-uns des plus ordinaires et des plus distingués de cette classe, que nous rangerons dans l'ordre suivant :

1°. Entre les poissons à coquilles, les uns sont *univalves*, c'est-à-dire, n'ont qu'une coquille; les autres sont *bivalves*, c'est-à-dire, en ont deux.

2°. Il y a une grande quantité de coquillages *univalves*, qui sont différens, soit quant au poisson même, soit quant à la forme de la coquille : quelques-uns de ces poissons ont plusieurs parties distinctes, comme la tête, les jambes, des pinces, des antennes, etc. qui sont hors de la coquille ; telle est l'espèce des écrevisses de mer, et celle des crabes ; d'autres sont entièrement renfermés dans la coquille, excepté lorsqu'ils veulent se mouvoir ou marcher ; du moins ils n'ont point de parties qui restent hors de la coquille, comme l'espèce des limaçons, celle des pétoncles, etc.

3°. L'écrevisse de mer est le principal des poissons à coquilles. Ces écrevisses se tiennent dans des trous parmi les rochers ; elles ont quatre pattes de chaque côté, avec deux gros bras et une large queue, au moyen desquels elles marchent avec beaucoup de légèreté : il y a des naturalistes qui prétendent que l'écrevisse est *androgine*, c'est-à-dire, qu'elle renferme en elle-même les deux sexes ; mais d'autres en doutent. On compte jusqu'à trente sortes d'écrevisses qui toutes sont couvertes de coquilles : l'espèce des écrevisses de mer contient le *craw-fish*, le langoustin, la chevrette, etc.

4°. Le crabe est, après l'écrevisse, le poisson à coquille le plus remarquable : ses pattes et ses bras sont à-peu-près semblables à ceux des écrevisses, pour le nombre, les parties, et la forme ; mais ils marchent de côté ; leurs yeux

sont plus sortans que ceux des écrevisses ; aussi ont-ils des antennes fort longues : ils vivent parmi les pierres et les rochers, comme les écrevisses ; ils frayent les uns et les autres dans le même tems : l'espèce des crabes renferme encore d'autres espèces, comme les araignées de mer, les *soldier-crabs*, etc.

5°. L'étoile de mer, est une autre espèce d'univalves ; elle a cinq rayons pointus, qui lui sortent du corps, comme d'un centre, et qu'elle détourne, pour se mouvoir indifféremment, en arrière, en avant, et en tout sens : la bouche de cette espèce de coquillage est placée au milieu de son corps, et garnie de dents ; elle a plusieurs petites trompes qu'elle lance dans la vase, et à l'aide desquelles elle suce sa nourriture ; on n'a point encore découvert ses organes de la digestion et de la génération.

6°. Le poisson à coquille le plus surprenant, est le *stella arborescens*, ainsi nommé, parce que son petit corps est comme un centre d'où sort tout au tour un nombre prodigieux de branches, dont les ramifications nombreuses et déliées forment une sorte de filet, que ce petit animal, tout en flottant dans l'eau, jète sur sa proie qui s'y trouve prise, comme on prend les poissons dans un épervier. Nous avons vu un poisson de cette espèce dans le cabinet de la société royale de Londres, dont les ramifications sont au nombre de 20000.

7°. Il y a encore plusieurs autres coquillages, dont la nature est fort singulière, comme

les *limpets*, l'oreille de Vénus, le hérisson de mer, les *center-shells* qui sont des cellules qui renferment des petits poissons de l'espèce des huîtres, le cheval marin, le *pipo-worm*, et beaucoup d'autres.

8°. Il y a plusieurs coquillages univalves, qui sont disposés en forme spirale, comme le notile ou voilier, les turbinatæ de plusieurs sortes, grands et petits, l'araignée de mer, la mitre, la harpe, le sabot, la dent de maure, la licorne, la pourpre, la trompette, le *trochus-doré*, et plusieurs autres. Quelques-uns de ces coquillages sont si gros qu'ils pèsent jusqu'à dix livres; les couleurs merveilleuses de quelques autres surpassent celles des oiseaux pour la variété, l'ordre et la vivacité. C'est du coquillage appelé la pourpre, que les anciens tiroient la couleur pourpre dont ils teignoient leurs étoffes; cependant la cochenille et le *kermes-cod* font une couleur écarlate bien meilleure et plus durable.

9°. La seconde espèce des animaux à coquilles, est de ceux qui sont bivalves, ou dont la coquille est de deux pièces, et s'ouvre par deux parties semblables : dans cette classe, l'huître tient le premier rang, ensuite la moulle, le pétoncle, et enfin toutes les sortes de pétoncles.

10°. L'on appèle ces animaux, coquillages immobiles, parce qu'ils ne peuvent pas se mouvoir d'un lieu à un autre, ni changer de place : on prétend aussi qu'ils sont hermaphro-

dites, parce qu'il ne leur est pas possible d'aller chercher un autre animal de sexe contraire, pour s'accoupler avec lui; et que, sans cela, la nature leur auroit donné ce pouvoir.

11°. L'huître habite assez avant dans les eaux pour ne jamais rester à découvert; mais la moulle est tellement placée sur la côte et sur des rochers, qu'elle reste exposée à sec, dans les eaux basses. Le pétoncle est toujours enfoncé dans le sable, dans les endroits que la mer ne quitte point dans les marées basses.

12°. Les huîtres et les moulles se nourrissent de quelques sortes d'algues, et des parties les plus fines de la vase et du sable, ainsi que de l'eau de la mer qui les baigne : il semble que le pétoncle tire sa nourriture de la terre, de même que les vers de terre.

13°. Lewenhoek dit que les moulles déposent leurs œufs sur le dehors de leurs coquilles, et que ces œufs, ou ce frai, y croît insensiblement, jusqu'à ce qu'ils soient devenus des moulles parfaites, auquel tems on découvre une partie de la coque de l'œuf sur l'enveloppe qui couvre le poisson, jusqu'à ce que cette couverture soit devenue une coquille ferme et dure. *Transactions philosophiques*, n°. 336.

14°. Strachan assure qu'il a vu, sur la côte de Ceylan, une huître d'un pied de diamètre, et que la coquille de l'une de ces huîtres, avoit crû jusqu'à trois pieds de diamètre de largeur, et un pied d'épaisseur, même après que la chair en fut corrompue. *Transactions philosophiques*, n°. 282.

15. On rencontre communément des perles de différentes grosseurs, dans le fond des écailles d'huîtres, de pétoncles, et sur-tout dans celles qu'on nomme *mères de perles*, où on les trouve pour l'ordinaire en abondance : les perles, qu'on rencontre quelquefois dans les corps de ces poissons, paroissent plutôt être des pierres de gravier, que de vraies perles; aussi ne sont-elles pas tant estimées.

16°. Outres les coquillages dont nous avons fait mention, on en trouve beaucoup d'autres dans les ouvrages des naturalistes, et encore plus dans les ouvrages de la nature.

On observe, à l'égard des animaux à coquille; 1°. que ces créatures tiennent, en quelque sorte, le milieu, entre la nature des plantes et celle des animaux; qu'ainsi, ce sont de tous les animaux créés, les plus imparfaits; 2°. c'est pour cela qu'on les appèle *zoophites*, des deux mots grecs ζῶον, animal, et φυτὸν, plante, c'est-à-dire, animaux-plantes, ou animaux végétables, parce qu'ils prennent leur nourriture par la bouche, comme les autres animaux; mais qu'ils croissent et demeurent attachés immuablement à leur coquille par une membrane, de même que les plantes croissent et tiennent à la terre par les racines; tels sont les limaçons, les huîtres, les pétoncles, et toutes les autres sortes de coquillages; 3°. les coquilles de ces petits êtres sont formées avec un art, une beauté, et une délicatesse surprenante, sur-tout dans quelques espèces particulières de limaçons, de pétoncles, etc.

Combien n'y remarque-t-on pas de cercles, de lignes spirales, tours, détours vraiment curieux : ces coquillages ne servent-ils pas même à orner et enrichir nos cabinets ? 4°. ces coquilles, ou maisons, fournissent à ces animaux, dont le corps est mol et sans os, la défense et la sûreté nécessaire contre tous les accidens extérieurs, dont ils se peuvent garantir, en s'y renfermant ; 5°. les limaçons sont remarquables en ce qu'ils ont les yeux placés, non pas dans la tête, comme les autres animaux, mais à l'extrémité de leurs cornes, qu'ils peuvent éloigner, ou approcher de leurs têtes, ou les porter çà et là, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, comme ils le veulent; 6°. les animaux à coquilles n'ont pas d'os, ni rien qui leur ressemble; mais ils sont composés d'une substance membraneuse, analogue à la chair et aux ongles; ils ont plusieurs organes internes de la vie, qu'on apperçoit en les disséquant. Mais, quelle est la figure particulière et la fonction de ces organes ? c'est ce qu'on ne peut pas dire d'une manière bien positive, les boyaux et les intestins de ces animaux, n'ayant que fort peu de ressemblance avec ceux des animaux plus parfaits. On trouvera dans la figure 6 n°. 4 de l'Atlas, deux limaçons accouplés ensemble par leurs parties génitales, Q.

Tel est l'abrégé de toute la création ; mais on trouvera d'autres détails dans la suite de cette collection, ainsi que nous l'avons déja observé.

PHYSIQUE GÉNÉRALE

ET PARTICULIÈRE.

Depuis environ vingt-cinq ans, on a fait, sur la composition des corps, et sur la nature de leurs parties intégrantes, un grand nombre d'expériences, telles qu'on devoit les faire, pour obtenir des résultats satisfaisans. La manière dont on les faisoit auparavant, n'étoit rien moins qu'exacte : en analysant un corps, on trouvoit quelquefois des substances, qu'on croyoit entrer dans la composition de ce corps ; on étoit souvent dans l'erreur ; ces substances s'étoient formées pendant l'opération ; on en auroit eu facilement la preuve, si l'on s'étoit assuré du poids, qu'on auroit trouvé plus grand que n'étoit celui du corps mis à l'épreuve : aujourd'hui l'on tient une note exacte de ce poids, et l'on prend toutes les précautions nécessaires pour recueillir tout ce qui s'échappe pendant l'analyse ; si l'on trouve une augmentation de poids, on est sûr qu'il y a eu un nouvel être de formé ; il ne s'agit plus alors que de découvrir quelle est la substance qui a fourni les parties, qui sont entrées dans la composition de ce nouvel être : on y parvient, en observant quelles sont celles avec lesquelles le corps analysé a été en contact pendant l'opération.

Les expériences ont appris qu'il y a un grand nombre de corps, qui peuvent prendre l'état de fluide élastique; c'est sous ce point de vue qu'on a considéré ces corps. Les nouveaux procédés qu'on a employés pour reconnoître leur composition et leurs propriétés, et le grand nombre de savans, qui, dans toute l'Europe, se sont occupés de ce genre de recherches, ont enrichi les différentes branches de la physique, d'un nombre considérable de découvertes. Des phénomènes, qui, jusques-là avoient paru isolés, et n'avoir aucune relation entre eux, ont été liés par des faits nouveaux; et la science présente aujourd'hui une suite d'expériences et plus nombreuses, et mieux ordonnées. Mais depuis cette époque, qu'on peut regarder comme celle d'un véritable renouvellement dans les sciences d'observation, les découvertes ont été publiées chacune en particulier, à mesure qu'elles se sont offertes; elles sont éparses dans les mémoires des différentes sociétés savantes et dans quelques traités particuliers; et personne n'avoit encore entrepris de les réunir en corps de doctrine. Il nous manquoit donc, dit Brisson, que nous transcrivons ici, un traité de physique dans lequel les faits fussent, d'après leur dépendance, réduits à un petit nombre de phénomènes généraux qu'on peut regarder comme *principes* (1),

(1) Nous donnerons, dans la suite de ce recueil, la critique faite par Lamarck, de ces principes; mais nous prévenons qu'elle est dénuée de fondement.

et où ceux-ci fussent eux-mêmes présentés dans un ordre systématique, et liés entre eux par une chaîne facile à saisir. C'est ce que nous avons tâché de faire dans ce traité. Nous n'avons adopté aucun système; nous les avons toujours jugés propres à arrêter les progrès de la physique; ils sont en général très-nuisibles aux sciences : pour les former, on fait des hypothèses et des suppositions gratuites, et souvent inconcevables; après les avoir répétées dix ou douze fois, on croit les avoir prouvées.

Les faits nombreux et nouvellement connus, que présentent les *fluides élastiques*, ainsi que les substances dont on les extrait, ou du moins celles dont on fait usage pour se les procurer, nous ayant donné lieu d'observer un grand nombre d'êtres nouveaux et jusqu'alors inconnus, il a été nécessaire de leur donner des noms pour pouvoir les désigner; ces noms sont tels qu'ils indiquent quelles sont les parties constituantes de ces substances. Pour mettre de l'uniformité dans les discours et dans les idées, on a de même donné des noms analogues, et aussi significatifs, aux substances anciennement connues : de-là il en est résulté une langue nouvelle dont nous avons fait usage, et qui est beaucoup plus significative que l'ancienne : car, par exemple, ces noms, *sel de seignette*, *sel de duobus*, ne pourront apprendre, à qui que ce soit, de quoi ces sels sont composés; au lieu que *tartrite de soude* est le nom du

premier, et *sulfate de potasse*, qui est celui du second, nous apprennent que l'un est formé par la combinaison de l'acide tartreux avec la soude, et l'autre par la combinaison de l'acide sulfurique avec la potasse, et ainsi des autres.

Qu'on n'imagine pas que cette nouvelle langue exige une longue étude; nous sommes persuadés que quiconque voudra s'en donner la peine, la saura en trois quarts-d'heure. Il y a environ cinquante mots dont il faut se ressouvenir; encore y en a-t-il plusieurs qui ont des terminaisons semblables, quand ils ont des significations analogues.

Mais afin qu'on soit dispensé de chercher et d'avoir recours à un autre ouvrage, nous avons placé ci-après deux synonimies, ou explications des synonimes anciens et nouveaux qui ont le même sens: nous les avons rangés par ordre alphabétique, et l'on y trouvera tous les noms employés dans cet ouvrage.

Dans la première synonimie, on trouvera d'abord les noms anciens, à côté desquels sont les noms nouveaux, ou nouvellement adoptés, qui leur correspondent; dans la seconde, qui est l'opposé de la première, chaque nom nouveau y est accompagné de tous les synonimes anciens; et l'on verra qu'il y a telle substance à laquelle les anciens ont donné jusqu'à douze ou quatorze noms différens: quelle confusion cela n'est-il pas possible de mettre dans l'esprit de ceux qui veulent connoître la physique.

On trouvera ici toutes les questions relatives

tives à cette science; nous y avons mis le plus de clarté qu'il nous a été possible; nous avons sur-tout cherché à être brefs et concis.

Tout cet article est divisé en dix-neuf chapitres : dans le premier nous traiterons des propriétés générales des corps, qui sont au nombre de douze; le second, du mouvement et de ses lois; le troisième, des causes qui changent la direction du mouvement; le quatrième, des lois du mouvement composé; le cinquième, des forces centrales; le sixième, de la gravité ou gravitation des corps; le septième, de la pesanteur des corps; le huitième, de l'hydrodinamique, qui comprend l'hydrostatique et l'hydraulique; le neuvième traite de la mécanique statique; le dixième, des fluides élastiques; le onzième, des propriétés de l'eau; le treizième, de la nature et des propriétés du feu; le quatorzième, de la nature et des propriétés de la lumière: là, sont comprises, l'optique, la catoptrique, la dioptrique, et les couleurs; le quinzième, de la vision des objets, soit naturelle, soit artificielle : le seizième traite de l'astronomie physique; le dix-septième, du flux et reflux; mais, sur les objets de ces seizièmes et dix-septièmes articles, comme aussi sur ceux du sixième article, relatifs à la gravitation, nous renvoyons nos lecteurs à ce que nous en avons dit dans le premier volume de cette collection, parce que ces articles y ont été suffisamment développés. Le dix-huitième traite du magnétisme; le dix-neuvième enfin

traite de l'électricité : nous y avons joint l'analogie entre les effets du tonnerre et ceux de l'électricité, ainsi que les causes des aurores boréales et des trombes. Nous donnerons aussi une instruction sur les nouveaux poids et mesures qu'on trouvera à la fin du dernier volume de cette collection, ainsi que tout ce qui concerne le nouveau calendrier.

Synonymie ancienne et nouvelle, par ordre alphabétique.

A.

Noms anciens.	*Noms nouveaux.*
Acète ammoniacal.	Acétite ammoniacal.
	Acétite d'ammoniaque.
Acète calcaire.	Acétite de chaux.
Acète d'argile.	Acétite alumineux.
Acète de cuivre.	Acétite de cuivre.
Acète de magnésie.	Acétite de magnésie.
Acète de plomb.	Acétite de plomb.
Acète de potasse.	Acétite de potasse.
Acète de soude.	Acétite de soude.
Acète de zing.	Acétite de zing.
Acète martial.	Acétite de fer.
Acète mercuriel.	Acétite mercuriel.
Acide acéteux.	Acide acéteux.
Acide aërien.	Acide carbonique.
Acide arsénical.	Acide arsénique.
Acide athmosphérique.	Acide carbonique.
Acide benzonique.	Acide benzoïque.
Acide bézoardique.	Acide lithique.
Acide boracin.	Acide borachique.
Acide charbonneux.	Acide carbonique.

Acide citronien.	Acide citrique.
Acide crayeux.	Acide carbonique.
Acide de l'oseille.	Acide oxalique.
Acide de l'urine.	Acide phosphorique.
Acide des fourmis.	Acide formique.
Acide des pommes.	Acide malique.
Acide du benjoin.	Acide benzoïque.
Acide du borax.	Acide boracique.
Acide du calcul.	Acide lithique.
Acide du camphre.	Acide camphorique.
Acide du sel marin.	Acide muriatique.
Acide du soufre.	Acide sulfurique.
Acide du succin.	Acide succinique.
Acide du sucre.	Acide oxalique.
Acide du sucre de lait.	Acide saccho-lactique.
Acide du suif.	Acide sébacique.
Acide du tartre.	Acide tartareux.
Acide du ver à soie.	Acide bombique.
Acide fluorique.	Acide fluorique.
Acide formicin.	Acide formique.
Acide galactique.	Acide lactique.
Acide gallique.	Acide gallique.
Acide lithiasique.	Acide lithique.
Acide malusien.	Acide malique.
Acide marin.	Acide muriatique.
Acide marin aëré.	
Acide marin déphlogisti- qué.	Acide muriatique oxigéné.
Acide méphitique.	Acide carbonique.
Acide nitreux blanc.	
Acide nitreux dégazé.	
Acide nitreux déphlogis- tiqué.	Acide nitrique.
Acide nitreux fumant.	
Acide nitreux phlogisti- qué.	Acide nitreux.

Acide nitreux rutilant.	Acide oxalin.
Acide oxalin.	
Acide phosphorique.	
Acide phosphorique déphlogistiqué.	Acide phosphorique.
Acide phosphorique phlogistiqué.	Acide phosphoreux.
Acide phosphorique volatil.	
Acide régalin.	Acide nitro-muriatique.
Acide saccarin.	Acide oxalique.
Acide sacchlactique.	Acide saccho-lactique.
Acide sébacé.	Acide sébatique.
Acide sédatif.	Acide borachique.
Acide spathique.	Acide fluorique.
Acide sulfureux.	Acide sulfureux.
Acide sulfureux volatil.	
Acide syrupeux.	Acide pyro-mucique.
Acide tartareux.	Acide tartareux.
Acide vitriolique.	Acide sulfurique.
Acide vitriolique phlogistiqué.	Acide sulfureux.
Acier.	Acier.
Air acide vitriolique.	Gaz acide sulfureux.
Air alkalin.	Gaz ammoniacal.
Air atmosphérique.	
Air déphlogistiqué.	Gaz oxigène.
Air du feu de schéele.	
Air factice.	Gaz acide carbonique.
Air fixe.	
Air fixé.	Acide carbonique.
Air gâté.	Gaz azotique.
Air inflammable.	Gaz hydrogène.
Air inflammable des marais.	Gaz hydrogène des marais.
Air marin.	Gaz acide muriatique.
Air phlogistiquée.	Gaz azotique.

Air puant du soufre.	Gaz hydrogène sulfuré.
Air pur.	Gaz oxigène.
Air solide de hâles.	Gaz acide carbonique.
Air vicié.	Gaz azotique.
Air vital.	Gaz oxigène.
Alkaest de Vanhelmont.	Carbonate de potasse.
Alkalis caustiques.	Alkalis.
Alkalis en général.	
Alkalis effervescens.	Carbonates alkalins.
Alkali fixe du tartre caustique.	Potasse.
Alkali fixe du tartre non caustique.	Carbonate de potasse.
Alkali fixe minéral aëré.	
Alkali fixe minéral effervescent.	Carbonate de soude.
Alkali fixe végétal.	Carbonate de potasse.
Alkali fixe végétal aëré.	
Alkali fixe végétal caustique.	Potasse.
Alkali marin.	Soude.
Alkali marin caustique.	
Alcali marin non caustique.	Carbonate de soude.
Alkali minéral.	Soude.
Alkali minéral aëré.	Carbonate de soude.
Alkali minéral caustique.	Soude.
Alkali minéral effervescent.	Carbonate de soude.
Alkali végétal.	Potasse.
Alkali végétal aëré	Carbonate de potasse.
Alkali volatil.	Ammoniaque.
Alkali volatil caustique.	
Alkali volatil coneret.	Carbonate ammoniacal.
Alkali volatil effervescent.	
Alkali volatil fluor.	Ammoniaque.
Alkali urineux.	

Alliage des métaux.	Alliage.
Alun.	Sulfate d'alumine.
Alun marin.	Muriate d'alumine.
Alun nitreux.	Nitrite d'alumine.
Amalgame.	Amalgame.
Ambre jaune.	Succin.
Antimoine crud.	Sulfure d'antimoine.
Antimoine. (mine d')	Sulfure d'antimoine natif.
Aquila alba.	Muriate de mercure doux sublimé.
Arcanum duplicatum.	Sulfate de potasse.
Argent.	Argent.
Argent corné.	Muriate d'argent.
Argile.	Argile mélange d'alumine et de silice.
Argile crayeuse.	Carbonate d'alumine.
Argile pure.	Alumine.
Arsénic blanc.	Oxide d'arsénic.
Arsénic. (régule d')	Arsénic.
Arsénic rouge.	Oxide d'arsénic sulfuré rouge.
Azur.	Oxide de cobalt vitreux.

B.

Barote.	Baryte.
Bâse de l'air pur.	Oxigène.
Bâse de l'air vital.	
Bâse de l'alun.	Alumine.
Bâse du sel marin.	Soude.
Beurre d'antimoine.	Muriate d'antimoine fumant.
Blanc de fard.	Oxide de bismuth blanc par l'acide nitrique.
Blanc de plomb.	Oxide de plomb blanc par l'acide acéteux.

Bleu de Berlin. Bleu de Prusse.	Prussiate de fer.
Borax.	Borate.

C.

Causticum.	Principe hypothétique de Méyer.
Céruse.	Oxide de plomb blanc par l'acide acéteux.
Chaleur fixée. Chaleur latente.	Carolique.
Charbon.	Carbone.
Chaux métalliques.	Oxides métalliques.
Chaux d'arséuic.	Oxide d'arsénic.
Chaux de plomb.	Oxide de plomb.
Chaux vive.	Chaux.
Cinnabre.	Oxide de mercure sulfuré rouge.
Cobalt. Cobolt.	Cobalt.
Colcothar.	Oxide de fer rouge.
Combinaisons des huiles grasses ou fixes avec différens acides.	Savons acides.
Combinaisons des huiles grasses ou fixés avec les substances métalliques.	Savons métalliques.
Combinaisons des huiles volatiles ou essentielles avec différentes bâses.	Savonules.
Combinaisons des huiles volatiles ou essentielles.	Savonules métalliques.
Combinaisons du phosphore non oxigéné avec différentes bâses.	Phosphores.

Combinaisons du soufre avec les métaux.	Sulfures métalliques.
Couperose blanche.	Sulfate de zing.
Couperose bleue.	Sulfate de cuivre.
Couperose verte.	Sulfate de fer.
Craie.	Carbonate calcaire.
Craie ammoniacale.	Carbonate ammoniacal.
Craie de plomb.	Carbonate de plomb.
Craie de soude.	Carbonate de soude.
Craie de zing.	Carbonate de zing.
Craie martiale.	Carbonate de fer.
Crême de chaux.	Carbonate calcaire.
Crême de tartre.	Tartrite acidule de potasse.
Cristaux de lune.	Nitrate d'argent.
Cristaux de soude.	Carbonate de soude.
Cristaux de tartre.	Tartrite acidule de potasse.
Cristaux de Vénus.	Acétite de cuivre cristallisé.
Cuivre.	Cuivre.

D.

Diane.	Argent.

E.

Eau aërée.	Acide carbonique.
Eau de chaux.	Chaux dissoute dans l'eau. Eau de chaux.
Eau forte.	Acide nitreux du commerce.
Eau mère du nitre.	Nitrate de chaux.
Eau mère du sel marin.	Muriate de chaux.
Eau régale.	Acide nitro-muriatique.
Eaux acidulées.	Eau imprégnées d'acide carbonique.
Eaux gaseuses.	

Eaux hépatiques.	Eaux sulfurées. Eaux sulfureuses.
Émétique.	Tartrite de potasse antimonié.
Empyrée.	Oxigène.
Encre de sympatie par la litharge.	Acétite de plomb.
Encre de sympathie par le cobalt.	Muriate de cobalt.
Encre de sympathie par l'orpiment et la chaux.	Oxide d'arsénic sulfuré jaune et chaux, dissous dans l'eau.
Esprit acide empyreumatique du bois.	Acide pyro-lignique.
Esprit alkalin volatil.	Gaz ammoniacal.
Esprit ardent.	Alcohol.
Esprit de mendérérus.	Acétite ammoniacal.
Eprit de miel, de sucre, etc.	Acide pyro-mucique.
Esprit de nitre.	Acide nitrique étendu d'eau.
Esprit de nitre dulcifié.	Alcohol nitrique.
Esprit de nitre fumant	Acide nitreux.
Esprit de sel.	Acide muriatique.
Esprit de sel ammoniac.	Ammoniaque.
Esprit de sel fumant.	Acide muriatique.
Esprit de soufre.	Acide sulfureux.
Esprit de tartre.	Acide pyro-tartareux.
Esprit de Vénus.	Acide acétique.
Esprit de vin.	Alkohol.
Esprit de vitriol.	Acide sulfurique étendu d'eau.
Esprit recteur.	Arome.
Eprit volatil de sel ammoniac.	Ammoniaque étendu d'eau.
Esprits acides.	Acides étendus d'eau.
Essences.	Huiles volatiles.
Etain.	Etain.

Ether acéteux.	Ether acétique.
Ether marin.	Ether muriatique.
Ether nitreux.	Ether nitrique.
Ether vitriolique.	Ether sulfurique.
Ethiops martial.	Oxide de fer noir.
Ethiops minéral.	Oxide de mercure sulfuré noir.
Ethiops perse.	Oxide de mercure noirâtre.
Extrait.	Extractif.

F.

Fécules des plantes.	Fécules.
Fer.	Fer.
Fer aëré.	Carbonate de fer.
Fleurs d'arsénic.	Oxide d'arsénic blanc sublimé.
Fleurs de benjouin.	Acide benzoïque sublimé.
Fleurs de bismuth.	Oxide de bismuth sublimé.
Fleurs d'étain.	Oxide d'étain sublimé.
Fleurs de soufre.	Soufre sublimé.
Fleurs métalliques.	Oxides métalliques sublimés.
Fluides aëriformes.	Gaz.
Fluides élastiques.	
Fluor spathique.	Fluate de chaux.
Foies de soufre.	Sulfures.
Foies de soufre alkalins.	Sulfures alkalins.
Foies de soufre calcaires.	Sulfures calcaires.

G.

Gaz.	Gaz.
Gaz acide acéteux.	Gaz acide acéteux.
Gaz acide crayeux.	Gaz acide carbonique.
Gaz acide fluorique.	Gaz acide fluorique.

Gaz acide marin déphlogistiqué.	Gaz muriatique oxigéné.
Gaz acide muriatique aëré.	Gaz muriatique oxigéné.
Gaz acide muriatique.	Gaz acide muriatique.
Gaz acide nitreux.	Gaz acide nitreux.
Gaz acide spathique.	Gaz acide fluorique.
Gaz acide sulfureux.	Gaz acide sulfureux.
Gaz acide vitriolique.	
Gaz alkali volatil.	Gaz ammoniacal.
Gaz alkalin.	
Gaz atmosphérique.	Gaz azotique.
Gaz hépathique.	Gaz hydrogène sulfuré.
Gaz inflammable.	Gaz hydrogène.
Gaz inflamable carboné.	Gaz hydrogène carboné.
Gaz inflammable carbonique.	Gaz hydrogène carbonique.
Gaz inflammable charbonneux.	Gaz hydrogène carboné.
Gaz inflammable des marais.	Gaz hydrogène des marais.
Gaz inflammable phosphoré.	Gaz hydrogène phosphoré.
Gaz inflammable sulfuré.	Gaz hydrogène sulfuré.
Gaz méphitique.	Gaz acide carbonique.
Gaz nitreux.	Gaz nitreux.
Gaz phlogistiqué.	Gaz azotique.
Gaz phosphorique.	Gaz hydrogène phosphoré.
Gaz sylvestre.	Gaz acide carbonique.
Glaize.	Argile, mélangé d'alumine et de silice.
Gypse.	Sulfate de chaux.

H.

Hépars.	Sulfures.
Hépars.	Sulfures alkalins.

Huiles animales.	Huiles volatiles animales.
Huile de chaux.	Muriate calcaire.
Huile de tartre par défaillance.	Potasse mélangée de carbonate de potasse en déliquescence.
Huile de vitriol.	Acide sulfurique.
Huiles douces.	Huiles fixes.
Huiles essentielles.	Huiles volatiles.
Huiles éthérées.	
Huiles grasses.	Huiles fixes.
Huiles par expression.	

J.

Juan blanca.	Platine. (le)
Jupiter.	Etain.

K.

Karabé.	Succin.
Kermès minéral.	Oxide d'antimoine sulfuré rouge.

L.

Lait de chaux.	Chaux délayée dans l'eau.
Litarge.	Litarge.
	Oxide de plomb demi-vitreux.
Lune.	Argent.
Lune cornée.	Muriate d'argent.

M.

Magistère de bismuth.	Oxide de bismuth blanc par l'acide nitrique.
Mars.	Fer.
Massicot.	Oxide de plomb jaune.

Matière de la chaleur.	Calorique.
Matière du feu.	
Matière colorante du bleu de Prusse.	Acide prussique.
Méphite ammoniacal.	Carbonate ammoniacal.
Méphite calcaire.	Carbonate calcaire.
Méphite de plomb.	Carbonate de plomb.
Méphite de soude.	Carbonate de soude.
Méphite de zing.	Carbonate de zing.
Méphite martial.	Carbonate de fer.
Mercure.	Mercure.
Mercure des métaux.	Principe hypothétique de Beccher.
Minium.	Minium.
	Oxide de plomb rouge.
Mine d'antimoine.	Sulfure d'antimoine natif.
Mosette atmosphérique.	Gaz azotique.
Mucilage.	Muqueux. (le)

N.

Natron.	Carbonate de soude.
Natrum.	
Nitre.	Nitrate de potasse.
	Nitre.
Nitre calcaire.	Nitrate de chaux.
Nitre cubique.	Nitrate de soude.
Nitre d'argent.	Nitrate d'argent.
Nitre fixé par lui-même.	Carbonate de potasse.
Nitre lunaire.	Nitrate d'argent.
Nitre quadrangulaire.	Nitrate de soude.
Nitre rhomboïdal.	

O.

Ocre.	Oxide de fer rouge.
Or.	Or.
Or fulminant.	Oxide d'or ammoniacal.

Orpiment.	Oxide d'arsénic sulfuré jaune.
Oxigène.	Oxigène.

P.

Petit-lait aigri.	Acide lactique.
Phlogistique.	Principe hypothétique de Stahl.
Phlogistique de Kirvan.	Gaz hydrogène.
Phosphore de Homberg.	Muriate calcaire sec.
Phosphore de Kunkel.	Phosphore.
Pierre à cautère.	Potasse fondue.
Pierre calcaire.	Carbonate calcaire.
Pierre infernale.	Nitrate d'argent fondu.
Platina del pinto.	Platine. (la)
Platine.	
Plâtre.	Sulfate calcaire.
Plomb.	Plomb.
Plomb corné.	Muriate de plomb.
Plomb spathique.	Carbonate de plomb.
Plombagine.	Carbure de fer.
Potasse du commerce.	Carbonate de potasse impur.
Potée d'étain.	Oxide d'étain gris.
Pourpre de Cassins.	
Précipité de Cassius.	Oxide d'or par l'étain.
Précipité d'or par l'étain.	
Précipité jaune.	Oxide de mercure jaune par l'acide sulfurique.
Précipité perse.	Oxide de mercure rouge par le feu.
Précipité rose de mercure.	Phosphate de mercure.
Précipité rouge.	Oxide de mercure rouge par l'acide nitrique.
Principe acidifiant.	Oxigène.
Principe astringent.	Acide gallique.

Principe charbonneux.	Carbone.
Principe de la chaleur.	
Principe du feu.	Calorique.
Principe inflammable.	
Principe mercuriel.	Principe hypothétique de Beccher.
Principe odorant.	Arome.
Principe sorbile de M. Ludbock.	Oxigène.
Pyrite de cuivre.	Sulfure de cuivre.
Pyrite martiale.	Sulfure de fer.
Pyrophore de Homberg.	Pyrophore de Homberg. Sulfured'alumine carboné.

R.

Réalgal.	Oxide d'arsénic sulfuré rouge.
Réalgar.	
Régule d'antimoine.	Antimoine.
Régule d'arsénic.	Arsénic.
Régule de bismuth.	Bismuth.
Régule de cobalt.	Cobalt.
Régule de manganèse.	Manganèse. (le)
Régule de molybdène.	Molybdène. (le)
Régule de mickel.	Nickel.
Régule de zing.	Zing.
Rouille de cuivre.	Oxide de cuivre vert.
Rouille de fer.	Carbonate de fer.

S.

Safran de mars.	Oxide de fer.
Safran de mars apéritif.	Carbonate de fer.
Safran de mars astringent.	Oxide de fer brun.
Safre.	Oxide de cobalt gris avec Silice. Safre.

Salmiac.	Muriate d'ammoniaque.
Salpètre.	Nitrate de potasse. Nitre.
Saturne.	Plomb.
Sel acéteux ammoniacal.	Acétite ammoniacal.
Sel acéteux calcaire.	Acétite de chaux.
Sel acéteux d'argile.	Acétite alumineux.
Sel acéteux de zinc.	Acétite de zinc.
Sel acéteux magnésien.	Acétite de magnésie.
Sel acéteux martial.	Acétite de fer.
Sel acéteux minéral.	Acétite de soude.
Sel ammoniac.	Muriate d'ammoniaque
Sel ammoniac fixe.	Muriate de chaux.
Sel ammoniacal crayeux.	Carbonate ammoniacal.
Sel cathartique amer.	Sulfate de magnésie.
Sel conimum.	Muriate de soude.
Sel d'Angleterre.	Carbonate ammoniacal.
Sel de benjoin.	Acide benzoïque.
Sel de canal.	Sulfate de magnésie.
Sel de duobus.	Sulfate de potasse.
Sel d'epsum.	Sulfate de magnésie.
Sel de glober.	Sulfate de soude.
Sel d'oseille du commerce.	Oxalate acidule de potasse.
Sel de Saturne.	Acétite de plomb.
Sel de Sedlitz.	Sulfate de magnésie.
Sel fixe de tartre.	Carbonate de potasse.
Sel fusible de l'urine.	Phosphate de soude et d'ammoniaque.
Sel gemme.	Muriate de soude fossile.
Sel marin.	Muriate de soude.
Sel marin argileux.	Muriate d'alumine.
Sel marin calcaire.	Muriate de chaux.
Sel natif de l'urine.	Phosphate de soude et d'ammoniaque.
Sel polycreste de Glaser.	Sulfate de potasse.
Sel polycreste de la Rochelle.	Tartrite de soude.

Sel sédatif.	Acide borachique.
Sel végétal.	Tartrite de potasse.
Sel volatil d'Angleterre.	Carbonate ammoniacal.
Sel volatil de benjoin.	Acide benzoïque sublimé.
Sel volatil de succin.	Acide succinique.
Sel volatil narcotique de vitriol.	Acide boracique.
Sels arsénicaux.	Arséniates.
Sels formés avec l'eau régale.	Nitro-muriates.
Sels formés par la combinaison de l'acide acétique avec différentes bases.	Acétates.
Sels formés par la combinaison de l'acide benzoïque avec différentes bâses.	Benzoates.
Sels formés par la combinaison de l'acide bombique avec différentes bâses.	Bombiates.
Sels formés par la combinaison de l'acide boracique avec différentes bâses.	Borate.
Sels formés par la combinaison de l'acide carbonique avec différentes bâses.	Camphorates.
Sels formés par la combinaison de l'acide carbonique avec différentes bâses.	Carbonates.

Sels formés par la combinaison de l'acide citrique avec différentes bâses.	Citrates.
Sels formés par la combinaison de l'acide fluorique avec différentes bâses.	Fluates.
Sels formés par la combinaison de l'acide formique avec différentes bâses.	Formiates.
Sels formés par la combinaison de lactique, ou de l'acide du petit-lait aigri, avec différentes bâses.	Lactates.
Sels formés par la combinaison de l'acide lithique, ou de l'acide de la pierre de la vessie.	Lithiatifs.
Sels formés par la combinaison de l'acide malique, ou de l'acide des pommes, avec différentes bâses.	Malates.
Sels formés par la combinaison de l'acide molybdique avec différentes bâses.	Molybdates.
Sels formés par la combinaison de l'acide muriatique avec différentes bâses.	Muriates.

Sels formés par la combinaison de l'acide muriatique oxigéné avec la potasse et la soude, découverts par le savant Bertholet.	Muriates oxigénés.
Sels formés par la combinaison de l'acide nitreux avec différentes bases.	Nitrites.
Sels formés par la combinaison de l'acide nitrique avec différentes bases.	Nitrates.
Sels formés par la combinaison de l'acide oxalique avec différentes bases.	Oxalates.
Sels formés par la combinaison de l'acide phosphorique avec différentes bases.	Phosphates.
Sels formés par la combinaison de l'acide prussique, ou matière colorante du bleu de Prusse, avec différentes bases.	Prussiques.
Sels formés par la combinaison de l'acide pyroligneux avec différentes bases.	Pyro-lignites.
Sels formés par la combinaison de l'acide pyromucique avec différentes bases.	Pyro-mucites.

Sels formés par la combinaison de l'acide pyro-tartareux avec différentes bâses.	Pyro-tartrites.
Sels formés par la combinaison de l'acide saccho-lactique avec différentes bâses.	Saccho-lates.
Sels formés par la combinaison de l'acide sébacinique, ou de l'acide de la graisse, avec différentes bâses.	Sébates.
Sels formés par la combinaison de l'acide succinique avec différentes bâses.	Succinates.
Sels formés par la combinaison de l'acide sulfureux avec différentes bâses.	Sulfites.
Sels formés par la combinaison de l'acide tartareux avec différentes bâses.	Tartrites.
Sélénite.	Sulfate de chaux.
Smalt.	Oxide de cobalt vitreux.
Soleil.	Or.
Soude aërée.	Carbonate de soude.
Soude caustique.	Soude.
Soude crayeuse.	Carbonate de soude.
Soude effervescente.	
Soufre.	Soufre.
Spath calcaire.	Carbonate calcaire.

Spath cubique. Spath fluor.	Fluate de chaux.
Spath pesant.	Carbonate calcaire.
Spath phosphorique.	Sulfate de baryte.
Spath vitreux.	Fluate de chaux.
Spiritus sylvestris.	Gaz acide carbonique.
Sublimé corrosif.	Muriate de mercure corrosif.
Sublimé doux.	Muriate de mercure doux.
Suc de citron.	Acide citrique.
Succin.	Succin.
Sucre de Saturne.	Acétite de plomb.

T.

Tartre.	Tartrite acidule de potasse.
Tartre antimonié.	Tartrite de potasse antimonié.
Tartre crayeux.	Carbonate de potasse.
Tartre crud.	Tartre.
Tartre de potasse.	Tartrite de potasse.
Tartre de soude.	Tartrite de soude.
Tartre émétique.	Tartrite de potasse antimonié.
Tartre méphitique.	Carbonate de potasse.
Tartre soluble.	Tartrite de potasse.
Tartre stibié.	Tartrite de potasse antimonié.
Tartre tartarisé.	Tartrite de potasse.
Tartre vitriolé.	Sulfate de potasse.
Terre argileuse.	Argile mélange d'alumine et de silice.
Terre calcaire.	Chaux.
Terre calcaire aërée. Terre calcaire efferves- cente.	Carbonate calcaire.

Terre de l'alun.	Alumine.
Terre du spath pesant.	Baryte.
Terre foliée cristallisée.	Acétite de soude.
Terre foliée du tartre.	Acétite de potasse.
Terre foliée mercurielle.	Acétite de mercure.
Terre foliée minérale.	Acétite de soude.
Terre glaiseuse.	Argile, mélange d'alumine et de silice.
Terre pesante.	Baryte.
Terre pesante aërée.	Carbonate de baryte.
Terre siliceuse.	Silice.
	Terre silicée.
Turbith minéral.	Oxide de mercure jaune par l'acide sulfurique.
Turbith nitreux.	Oxide de mercure jaune par l'acide nitrique.

V.

Vénus.	Cuivre.
Verdet.	
Verdet distillé de commerce.	Acétite de cuivre.
Vert-de-gris.	Oxide de cuivre vert.
Verre d'antimoine.	Oxide d'antimoine sulfuré vitreux.
Vif-argent.	Mercure.
Vinaigre de Saturne.	Acétite de plomb.
Vinaigre distillé.	Acide acéteux.
Vinaigre radical.	Acide acétique.
Vitriol blanc.	Sulfate de zinc.
Vitriol bleu.	Sulfate de cuivre.
Vitriol calcaire.	Sulfate de chaux.
Vitriol d'argile.	Sulfate d'alumine.
Vitriol de chaux.	Sulfate de chaux.
Vitriol de Chypre.	Sulfate de cuivre.
Vitriol de cuivre.	

Vitriol de fer.	Sulfate de fer.
Vitriol de Goslard.	Sulfate de zing.
Vitriol de Mars.	Sulfate de fer.
Vitriol de potasse.	Sulfate de potasse.
Vitriol de soude.	Sulfate de soude.
Vitriol de Vénus.	Sulfate de cuivre.
Vitriol de zing.	Sulfate de zing.
Vitriol magnésien.	Sulfate de magnésie.
Vitriol martial.	Sulfate de fer.
Vitriol vert.	

Z.

Zinc.	Zinc.

Fin de la Synonymie ancienne et nouvelle.

Synonymie nouvelle et ancienne, par ordre alphabétique.

A.

Noms nouveaux.	*Noms anciens.*
Acétates.	Sels formés par la combinaison de l'acide acétique, ou vinaigre radical, avec différentes bâses.
Acétites.	Sels formés par la combinaison de l'acide acéteux, ou vinaigre distillé, avec différentes bâses.
Acétite alumineux.	Acète d'argile. Sel acéteux d'argile.

Acétite d'ammoniacal.	Acète ammoniacal. Esprit de Mendererus. Sel acéteux ammoniaca
Acétite d'ammoniaque.	Acète ammoniacal.
Acétite de chaux.	Acète calcaire. Sel acéteux calcaire.
Acétite de cuivre.	Acète de cuivre. Verdet. Verdet distillé du commerce.
Acétite de cuivre cristalisé.	Cristaux de Vénus.
Acétite de fer.	Acète martial. Sel acéteux martial.
Acétite de magnésie.	Acète de magnésie. Sel acéteux magnésien.
Acétite de mercure.	Acétite mercuriel. Terre foliée mercurielle.
Acétite de plomb.	Acète de plomb. Encre de sympathie par la litharge. Sel de Saturne. Sucre de Saturne. Vinaigre de Saturne.
Acétite de potasse.	Acète de potasse. Terre foliée du tartre.
Acétite de soude.	Acète de soude. Sel acéteux minéral. Terre foliée cristallisée. Terre foliée minérale.
Acétite de zing.	Acète de zing. Sel acéteux de zing.
Acide acéteux.	Acite acéteux. Vinaigre distillé.
Acide acétique.	Esprit de Vénus. Vinaigre radical.
Acide arsénique.	Acide arsénical.

	Acide benzonique.
Acide benzoïque.	Acide de benjoin.
	Sel de benjoin.
Acide benzoïque sublimé.	Fleurs de benjoin.
	Sel volatil de benjoin.
Acide bombique.	Acide du ver à soie.
	Acide boracin.
	Acide du borax.
Acide boracique.	Acide sédatif.
	Sel volatil narcotique de vitriol.
	Acide aërien.
	Acide athmosphérique.
	Acide carbonneux.
Acide carbonique.	Acide crayeux.
	Acide méphitique.
	Air fixé.
	Eau aërée.
Acide camphorique.	Acide du camphre.
Acide citrique.	Acide citronien.
	Suc de citron.
Acide fluorique.	Acide fluorique.
	Acide spathique.
Acide formique.	Acide des fourmis.
	Acide formicin.
Acide gallique.	Acide gallique.
	Principe astringent.
Acide lactique.	Acide galactique.
	Petit-lait aigri.
	Acide bézoardique.
Acide lithique.	Acide du calcul.
	Acide lithiasique.
Acide malique.	Acide des pommes.
	Acide malusien.
	Acide du sel marin.
Acide muriatique.	Acide marin.
	Esprit de sel.
	Esprit de sel fumant.

Acide nitreux du commerce.	Eau-forte.
Acide nitrique.	Acide nitreux blanc. Acide nitreux dégazé. Acide nitreux déphlogistiqué.
Acide nitrique étendu d'eau.	Esprit de nitre.
Acide nitro-muriatique.	Acide régalin. Eau régale.
Acide oxalique.	Acide de l'oseille. Acide du sucre. Acide oxalin. Acide saccarin.
Acide phosphoreux.	Acide phosphorique phlogistiqué. Acide phosphorique volatil.
Acide phosphorique.	Acide de l'urine. Acide phosphorique. Acide phosphorique déphlogistiqué.
Acide prussique.	Matière colorante du bleu de Prusse.
Acide pyro-mucique.	Esprit acide empyreumatique du bois. Acide syrupeux. Esprit de miel, de sucre, etc.
Acide pyro-tartareux.	Esprit de tartre.
Acide saccho-lactique.	Acide du sucre de lait. Acide sacchactique.
Acide sébacique.	Acide du suif. Acide sébacé.
Acide succinique.	Acide du succin. Sel volatil de succin.

	Acide sulfureux.
	Acide sulfureux volatil.
Acide sulfureux.	Acide vitriolique phlogistiqué.
	Esprit de soufre.
	Acide du soufre.
Acide sulfurique.	Acide vitriolique.
	Huile de vitriol.
Acide sulfurique étendu d'eau.	Esprit de vitriol.
	Acide du tartre.
Acide tartareux.	Acide tartareux.
Acides étendus d'eau.	Esprits d'acides.
Acier.	Acier.
Air atmosphérique.	Air atmosphérique.
	Esprit ardent
Alcohol.	Esprit de vin.
Alcahol nitrique.	Esprit de nitre dulcifié.
	Alkalis caustiques.
Alkalis.	Alkalis en général.
Alliage.	Alliage des métaux.
	Argile pure.
Alumine.	Bâse d'alun.
	Terre de l'alun.
Amalgame.	Amalgame.
	Alkali volatil.
	Alkali volatil caustique.
Ammoniaque.	Alkali volatil fluor.
	Alkali urineux.
Ammoniaque étendu d'eau.	Alkali volatil de sel ammoniac.
Antimoine.	Régule d'antimoine.
	Argent.
Argent.	Diane.
	Lune.

	Argile.
Argile mélange d'alumine et de silice.	Glaise.
	Terre argileuse.
	Terre glaise.
Arome.	Esprit recteur.
	Principe odorant.
Arséniates.	Sels arsénicaux.
Arsénic.	Régule d'arsénic.

B.

	Barote.
Barytes.	Terre du spath pesant.
	Terre pesante.
Benzoates.	Sels formés par la combinaison de l'acide benzoïque avec différentes bâses.
Bismuth.	Régule de bismuth.
Bombiates.	Sels formés par la combinaison de l'acide bombique avec différentes bâses.

C.

	Chaleur fixée.
	Chaleur latente.
	Matière de la chaleur.
Calorique.	Matière du feu.
	Principe de la chaleur.
	Principe du feu.
	Principe inflammable.
Camphorates.	Sels formés par la combinaison de l'acide camphorique avec différentes bâtes.

Carbonates.	Sels formés par la combinaison de l'acide carbonique avec différentes bâses.
Carbonates alkalins.	Alkalis effervescens.
Carbonate ammoniacal.	Alkali volatil concret. Alkali volatil effervescent. Craie ammoniacale. Méphite ammoniacal. Sel ammoniaque crayeux. Sel d'Angleterre. Sel volatil d'Angleterre.
Carbonate calcaire.	Craie. Crême de chaux. Méphite calcaire. Pierre calcaire. Spath calcaire. Terre calcaire aërée. Terre calcaire effervescente.
Carbonate d'alumine.	Argile crayeuse.
Carbonate de baryte.	Terre pesante aërée.
Carbonate de fer.	Craie martiale. Fer aëré. Méphite martial. Rouille de fer. Safran de Mars apéritif.
Carbonate de plomb.	Craie de plomb. Méphite de plomb. Plomb spathique.

	Alkaest de Vanhelmont.
	Alkali fixe du tartre non caustique.
	Alkali fixe végétal.
	Alkali fixe végétal aëré.
	Alkali végétal aëré.
Carbonate de potasse.	Alkali fixe végétal effervescent.
	Méphite de potasse.
	Nitre fixé par lui-même.
	Sel fixe de tartre.
	Tartre crayeux.
	Tartre méphitique.
Carbonate de potasse impur.	Potasse du commerce.
	Alkali fixe minéral aëré.
	Alkali fixe minéral effervescent.
	Alkali marin non caustique.
	Alkali minéral aëré.
Carbonate de soude.	Alkali minéral effervescent.
	Bâse du sel marin.
	Craie de soude.
	Cristaux de soude.
	Méphite de soude.
	Natron.
	Natrum.
	Soude aërée.
Carbonate de soude.	Soude crayeuse.
	Soude effervescente.
Carbonate de zinc.	Craie de zing.
	Méphite de zing.
Carbone.	Charbon pur.
	Principe charbonneux.

Carbure de fer.	Plombagine.
Chaux.	Chaux vive. Terre calcaire.
Chaux délayée dans l'eau.	Lait de chaux.
Chaux dissoute dans l'eau.	Eau de chaux.
Citrates.	Sels formés par la combinaison de l'acide citrique avec différentes bâses.
Cobalt.	Cobalt. Cobolt. Régule de cobalt.
Cuivre.	Vénus.

E.

Eau de chaux.	Eau de chaux.
Eau imprégnée d'acide carbonique.	Eaux acidules. Eaux gazeuses.
Eaux sulfurées. Eaux sulfureuses.	Eaux hépathiques.
Étain.	Étain. Jupiter.
Éther.	Ether.
Ether acétique.	Ether acéteux.
Ether muriatique.	Ether marin.
Ether nitrique.	Ether nitreux.
Ether sulfurique.	Ether vitriolique.
Extractif. (l')	Extrait.

F.

Fécules.	Fécules de plantes.
Fer.	Fer. Mars.

Fluates.	Sels formés par la combinaison de l'acide fluorique avec différentes bases.
Fluates de chaux.	Fluor spathique. Spath cubique. Spath fluor. Spath phosphorique. Spath vitreux.
Formiates.	Sels formés par la combinaison de l'acide formique avec différentes bâses.

G.

Gaz.	Fluides aërifórmes. Fluides élastiques. Gaz.
Gaz acide acéteux.	Gaz acide acéteux.
Gaz acide carbonique.	Air factice. Air fixe. Air solide de hâles. Gaz acide crayeux. Gaz méphitique. Gaz sylvestre. Spiritus sylvestris.
Gaz acide fluorique.	Gaz acide fluorique. Gaz acide spathique.
Gaz acide muriatique.	Air marin. Gaz acide marin. Gaz acide muriatique.
Gaz acide nitreux.	Gaz aicide nitreux.
Gaz acide vitriolique.	Air acide vitriolique. Gaz acide sulfureux. Gaz acide sulfureux.

Gaz

	Air alkalin.
Gaz ammoniacal.	Esprit alkalin volatil.
	Gaz alkali volatil.
	Gaz alkalin.
	Air gâté.
Gaz azotique.	Air phlogistiqué.
	Air vicié.
	Gaz atmosphérique.
Gaz azotique.	Gaz phlogistiqué.
	Mofette atmosphérique.
	Air inflammable.
Gaz hydrogène.	Gaz inflammable.
	Phlogistique de M. Kirvan.
	Gaz inflammable carbonné.
Gaz hydrogène carboné.	Gaz inflammable charbonneux.
Gaz hydrogène carbonique.	Gaz inflammable carbonique.
	Gaz inflammable des marais.
Gaz hydrogène des marais.	Gaz inflammable mofétisé.
Gaz hydrogène phosphoré.	Gaz inflammable phosphoré.
	Gaz phosphorique.
	Air puant du soufre.
Gaz hydrogène sulfuré.	Gaz hépathique.
	Gaz inflammable sulfuré.
	Gaz acide marin déphlogistiqué.
Gaz muriatique oxigéné.	Gaz acide muriatique aëré.
Gaz nitreux.	Gaz nitreux.
	Air déphlogistiqué.
	Air du feu de Schéele.
Gaz oxigène.	Air pur.
	Air vital.

H.

Huiles empyreumatiques.	Huiles empyreumatiques.
	Huiles douces.
Huiles fixes.	Huiles grasses.
	Huiles par expression.
	Essences.
Huiles volatiles.	Huiles essentielles.
	Huiles éthérées.
Huiles volatiles animales.	Huiles animales.

L.

Lactates.	Sels formés par la combinaison de l'acide lactique, ou de l'acide du petit-lait aigri, avec différentes bâses.
Litharge.	Litharge.
Lithiates.	Sels formés par la combinaison de l'acide lithique, ou de l'acide de la pierre de la vessie, avec différentes bâses.

M.

Malates.	Sels formés par la combinaison de l'acide malique, ou de l'acide des pommes, avec différentes bâses.
Manganèse. (le)	Régule de manganèse.
Mercure.	Mercure.
	Vif-argent.
Minium.	Minium.

Molibdates.	Sels formés par la combinaison de l'acide molyodique avec différentes bases.
Molybdène. (le)	Régule de molybdène.
Muqueux. (le)	Mucilage.
Muriates.	Sels formés par la combinaison de l'acide muriatique avec différentes bases.
Muriate calcaire.	Huiles de chaux.
Muriate calcaire sec.	Phosphore de Homberg.
Muriate d'alumine.	Alun marin. Sel marin argileux.
Muriate d'ammoniaque.	Salmiac. Sel ammoniac.
Muriate d'antimoine fumant.	Beurre d'antimoine.
Muriate d'argent.	Argent corné. Lune cornée.
Muriate de chaux.	Eau-mère de sel marin. Sel ammoniac fixe. Sel marin calcaire.
Muriate de cobalt.	Encre de sympathie par le cobalt.
Muriate de mercure corrosif.	Sublimé corrosif.
Muriate de mercure doux.	Sublimé doux.
Muriate de mercure doux sublimé.	Aquila alba.
Muriate de plomb.	Plomb corné.
Muriate de soude.	Sel commun. Sel marin.
Muriate de soude fossile.	Sel gemme.

Muriates oxigénés.	Sels formés par la combinaison de l'acide muriatique oxigéné avec la potasse et la soude, découverts par Berthollet.

N.

Nickel.	Régule de Nickel.
Nitrates.	Sels formés par la combinaison de l'acide nitrique avec différentes bâses.
Nitrate d'argent.	Cristaux de lune. Nitre d'argent. Nitre lunaire.
Nitrate d'argent fondu.	Pierre infernale.
Nitrate de chaux.	Eau mère du nitre. Nitre calcaire.
Nitrate de potasse.	Nitre. Salpêtre. Sel de nitre.
Nitrate de soude.	Nitre cubique. Nitre quadrangulaire. Nitre rhomboïdal.
Nitre.	Nitre. Salpêtre. Sel de nitre.
Nitrites.	Sels formés par la combinaison de l'acide nitreux avec différentes bâses.
Nitrite d'alumine.	Alun nitreux.
Nitro-muriates.	Sels formés par la combinaison de l'acide nitro-muriatique avec différentes bâses.

O.

Or.	Or. Soleil.
Oxalates.	Sels formés par la combinaison de l'acide oxalique avec différentes bâses.
Oxalate acidule de potasse.	Sel d'oseille du commerce.
Oxides métalliques.	Chaux métalliques.
Oxides métalliques sublimés.	Fleurs métalliques.
Oxide d'antimoine sulfuré rouge.	Kermès minéral.
Oxide d'antimoine sulfuré nitreux.	Verre d'antimoine.
Oxide d'arsénic.	Arsénic blanc. Chaux d'arsénic.
Oxide d'arsénic blanc sublimé.	Fleurs d'arsénic.
Oxide d'arsénic sulfuré jaune.	Orpiment.
Oxide d'arsénic sulfuré jaune et chaux, dissous dans l'eau.	Encre de sympathie par l'orpiment et la chaux.
Oxide d'arsénic sulfuré rouge.	Arsénic rouge. Réalgal. Réalgar.
Oxide de bismuth blanc par l'acide nitrique.	Blanc de fard. Magistère de bismuth.
Oxide de bismuth sublimé.	Fleurs de bismuth.
Oxide de cobalt gris avec silice.	Safre.
Oxide de cobalt vitreux.	Azur. Smalt.
Oxide de cuivre vert.	Rouille de cuivre. Vert-de-gris.

Oxide d'étain gris.	Potée d'étain.
Oxide d'étain sublimé.	Fleurs d'étain.
Oxide de fer.	Safran de Mars.
Oxide de fer brun.	Safran de Mars astringent.
Oxide de fer jaune.	Ocre.
Oxide de fer noir.	Ethiops martial.
Oxide de fer rouge.	Colcothar.
Oxide de mercure jaune par l'acide nitrique.	Turbith nitreux.
Oxide de mercure jaune par l'acide sulfurique.	Précipité jaune. Turbith minéral.
Oxide de mercure noirâtre.	Ethiops perse.
Oxide de mercure rouge par l'acide nitrique.	Précipité rouge.
Oxide de mercure rouge par le feu.	Précipité perse.
Oxide de mercure sulfuré noir.	Éthiops minéral.
Oxide de mercure sulfuré rouge.	Cinnabre.
Oxide d'or ammoniacal.	Or fulminant.
	Pourpre de Cassius.
Oxide d'or par l'étain.	Précipité de Cassius.
	Précipité d'or par l'étain.
Oxide de plomb.	Chaux de plomb.
Oxide de plomb blanc par l'acide acéteux.	Blanc de plomb. Céruse.
Oxide de plomb demi-vitreux.	Litharge.
Oxide de plomb jaune.	Massicot.
Oxide de plomb rouge.	Minium.
	Bâse de l'air pur.
	Bâse de l'air vital.
	Empyrée.
Oxigène.	Oxigine.
	Principe acidifiant.
	Principe sorbile de M. Ludbock.

P.

Phosphates.	Sels formés par la combinaison de l'acide phosphorique avec différentes bâses.
Phospate de mercure.	Précipité rose de mercure.
Phospate de soude et d'ammoniaque.	Sel fusible de l'urine.
	Sel natif de l'urine.
Phosphites.	Sels formés par la combinaison de l'acide phosphoreux avec différentes bâses.
Phosphore.	Phosphore de Kunkel.
Phosphures.	Combinaison du phosphore non oxigéné avec différentes bâses.
Platine. (le)	Juan blanca.
	Platina del pinto.
	Platine. (la)
Plomb.	Plomb.
	Plomb Saturne.
Potasse.	Alkali fixe du tartre caustique.
	Alkali fixe végétal caustique.
	Alkali végétal.
	Alkali végétal caustique.
Potasse fondue.	Pierre à cautère.
Potasse mélangée de carbonate de potasse en déliquescence.	Huile de tartre par défaillance.
Principe hypothétique de Beccher.	Mercure des métaux.
	Principe mercuriel.
Principe hypothétique de Méyer.	Causticum.

Principe hypothétique de Stahl.	Phlogistique.
Prussiates.	Sels formés par la combinaison de l'acide prussique, ou matière colorée du bleu de Prusse, avec différentes bâses.
Prussiate de fer.	Bleu de Berlin. Bleu de Prusse.
Pyro-lignites.	Sels formés par la combinaison de l'acide pyrolignite avec différentes bâses.
Pyro-mucites.	Sels formés par la combinaison de l'acide pyromucique avec différentes bâses.
Pyro-tartrites.	Sels formés par la combinaison de l'acide pyrotartareux avec différentes bâses.
Pyrophore de Homberg.	Pyrophore de Homberg.

S.

Saccho-lates.	Sels formés par la combinaison de l'acide saccho-lactique avec différentes bâses.
Safre.	Safre.
Savons.	Combinaisons des huiles grasses ou fixes avec les substances métalliques.
Savonules.	Combinaisons des huiles volatiles ou essentielles avec différentes bâses.

Savonules acides.	Combinaisons des huiles volatiles ou essentielles avec différens acides.
Savonules métalliques.	Combinaisons des huiles volatiles ou essentielles avec les substances métalliques.
Sébates.	Sels formés par la combinaison de l'acide sébacique, ou de l'acide de la graisse, avec différentes bâses.
Silice.	Terre siliceuse.
Soude.	Alkali marin. Alkali marin caustique. Alkali minéral. Alkali minéral caustique. Bâse du sel marin. Soude caustique.
Soufre.	Soufre.
Soufre sublimé.	Fleurs de soufre.
Succin.	Ambre de jaune. Karabé. Succin.
Succinates.	Sels formés par la combinaison de l'acide succinique avec différentes bâses.
Sulfate d'alumine.	Sels formés par la combinaison de l'acide sulfurique, avec différentes bâses.
Sulfate de chaux.	Gypse. Sélénite. Vitriol calcaire. Vitriol de chaux.

Sulfate de cuivre.	Couperose bleue. Vitriol bleu. Vitriol de chypre. Vitriol de cuivre. Vitriol de Vénus.
Sulfate de fer.	Couperose verte. Vitriol de fer. Vitriol de Mars. Vitriol martial. Vitriol vert.
Sulfate de magnésie.	Sel cathartique amer. Sel de canal. Sel d'Epsom. Sel de Sedlitz. Sel de Seidschutz. Vitriol magnésien.
Sulfate de potasse.	Arcanum duplicatum. Sel de Duobus. Sel polychreste de Glaser. Tartre vitriolé. Vitriol de potasse.
Sulfate de soude.	Sel Glauber. Vitriol de soude.
Sulfate de zing.	Couperose blanche. Vitriol blanc. Vitriol de Goslard. Vitriol de zing.
Sulfites.	Sels formés par la combinaison de l'acide sulfureux avec différentes bâses.
Sulfures.	Foie de soufre. Hépars.

Sulfures alkalins.	Foies de soufre alkalins. Hépars alkalins.
Sulfures calcaires.	Foies de soufre calcaire.
Sulfure d'alumine carboné.	Pyrophore de Homberg.
Sulfure d'antimoine.	Antimoine crud.
Sulfure d'antimoine.	Mine d'antimoine.
Sulfure de cuivre.	Pyrite de cuivre.
Sulfure de fer.	Pyrite martiale.
Sulfures métalliques.	Combinaisons du soufre avec les métaux.

T.

Tartre.	Tartre crud.
Tartrites.	Sels formés par la combinaison de l'acide tartareux avec différentes bâses.
Tartrite acidule de potasse.	Crême de tartre. Cristaux de tartre. Tartre.
Tartrite de chaux.	Tartre calcaire.
Tartrite de potasse.	Sel végétal. Tartre de potasse. Tartre soluble. Tartre tartarisé.
Tartrite de potasse antimonié.	Emétique. Tartre antimonié. Tartre émétique. Tartre stibié.

	Sel de seignète.
Tartrite de soude.	Sel polychreste de la Rochelle.
	Tartre de soude.
Terre siliciée.	Terre siliceuse.

Z.

	Régule de zing.
Zing.	Zing.

Fin de la Synonymie nouvelle et ancienne.

PHYSIQUE GÉNÉRALE

ET PARTICULIÈRE.

Ou Principes de Physique, fondés sur les connoissances les plus certaines.

La physique, ainsi que nous l'avons déja observé, est, de toutes les sciences, la plus étendue : elle a pour objet tous les corps de la nature. On ne pourroit tout au plus lui comparer à cet égard que l'histoire naturelle; encore l'objet de cette dernière n'est-il pas aussi vaste; car elle ne traite que des substances terrestres, et le domaine de la physique embrasse le système des cieux.

L'objet de la physique, et principalement de la physique expérimentale, qui est celle dont nous allons traiter, est de connoître les phénomènes de la nature, et d'en montrer les causes par des preuves de fait : c'est par les faits seulement qu'on peut acquérir cette connoissance, si digne de piquer notre curiosité. Il y a cependant un certain nombre de faits dont nous ignorons complètement la cause; car nous ne savons pas tout à beaucoup près. Ceux de ces faits qui sont toujours uniformes,

toujours constans, sont ce que les physiciens appèlent *propriétés des corps :* ils en font usage pour rendre raison d'un grand nombre de phénomènes. Nous ne connoissons pas toutes les propriétés des corps ; une preuve de cela, c'est que nous en découvrons de tems en tems de nouvelles ; et il est très-vraisemblable que nous n'ayons pas découvert la dernière parmi celles qui nous sont connues. Les unes appartiennent à tous les corps indistinctement, les autres n'appartiennent qu'à certains corps, exclusivement à d'autres. Les premières s'appèlent *propriétés générales ;* telles sont l'étendue, la divisibilité, la figurabilité, l'impénétrabilité, la porosité, la raréfactibilité, la condensabilité, la compressibilité, l'élasticité, la dilatabilité, la mobilité et l'inertie. On nomme les secondes *propriétés particulières ;* telles sont la malléabilité, la fluidité, la liquidité, etc.

Nous allons d'abord traiter des propriétés générales ; nous traiterons ensuite des particulières.

CHAPITRE PREMIER.

Des propriétés générales des corps.

On appèle *corps* toutes les substances matérielles dont l'assemblage compose l'univers, et qui se font sentir à nous par le moyen de

quelques-uns de nos sens. On ne peut connoître les propriétés des corps que par l'expérience ; nous devons donc regarder comme des propriétés générales celles qui se trouvent dans tous les corps, et que nos sens nous y font appercevoir.

Étendue.

Ce qui se présente d'abord à nos sens, ou même à nos idées, lorsque nous examinons ou nous concevons un corps, c'est son *étendue*, c'est-à-dire, une grandeur déterminée, dans laquelle nous concevons toujours une aggrégation de parties. Cette étendue a toujours trois dimensions, *longueur*, *largeur*, et *profondeur* ou *épaisseur*, que les géomètres considèrent souvent, et mesurent séparément l'une de l'autre, mais que les physiciens ne séparent jamais; car ils regardent toujours les choses telles qu'elles sont. Or, chaque corps, quelque petit qu'il soit, a toujours un dessus et un dessous, une partie antérieure et une partie postérieure, un côté droit et un côté gauche : toutes ces choses, prises ensemble, forment nécessairement une longueur, une largeur et une épaisseur. Chaque corps ayant ses trois dimensions, est donc nécessairement *étendu*; il est vrai que nous ne voyons pas ces trois dimensions dans tous les corps : il y en a de si petits, que nos yeux ne peuvent les appercevoir, ni nos doigts les distinguer; mais, comme

dans tous les corps qui tombent sous nos sens, nous appercevons cette étendue, nous pouvons affirmer qu'elle appartient à tous les corps en général.

Divisibilité.

Nous ne pouvons pas avoir l'idée d'un corps, sans concevoir une aggrégation de parties; nous regardons donc tous les corps comme composés de parties. Il est aisé de concevoir que ces parties peuvent être séparées les unes des autres : ainsi, tous les corps sont divisibles; donc, la divisibilité est une propriété générale des corps. Il n'y a de réellement indivisible que les atomes, en cas qu'ils existent; mais, jusqu'où va la divisibilité des corps ou de la matière? lorsqu'on a poussé la division jusqu'à un certain point, les corps cessent-ils d'être divisibles, ou le sont-ils à l'infini? C'est une question qui a occupé les physiciens beaucoup plus qu'elle ne le mérite : il est sûr que la division des corps peut être portée fort loin, et plus loin même que l'imagination n'eût pu le faire croire, si elle n'avoit été aidée par les faits : aussi, n'y a-t-il que cette divisibilité extrêmement ténue, qui, jusqu'à présent, ait pu être prouvée par les faits : nous disons jusqu'à présent; car s'il y a, ou s'il n'y a pas d'atomes, c'est-à-dire, d'élémens indivisibles des corps, c'est ce que nous pouvons bien assurer, ne pouvant prévoir toutes les

les expériences qu'on fera peut-être dans quelques siècles. Quant à nous, nous croyons devoir regarder la matière en elle-même comme divisible à l'infini, ou du moins à l'indefini; c'est à-dire, que nous ne connoissons point de terme de division, après lequel on puisse regarder chaque molécule de la matière, ainsi divisée, comme indivisible en elle-même, quoique nous manquions d'agens pour entamer ces petites masses. Voici donc à quoi peut se réduire la question : la divisibilité idéale, celle que l'on peut concevoir, n'a point de bornes; la divisibilité physique, possible à l'infini, est une affaire de système, est une question qui ne pourra peut-être jamais être décidée, parce qu'il y aura peut-être toujours un terme après lequel nous manquerons de moyens.

Figurabilité.

On entend par ce mot *figurabilité*, la propriété qu'ont tous les corps d'avoir toujours une figure quelconque. En effet, il est aisé de concevoir qu'aucun corps ne peut exister sans être figuré; car chaque corps, grand ou petit, est composé d'une certaine quantité de matière, qu'on appèle sa *masse*. Cette masse occupe plus ou moins d'espace; c'est ce qu'on appèle son *volume :* ce volume est nécessairement terminé par des surfaces; ces surfaces ont aussi nécessairement entr'elles un certain arrangement, un certain ordre;

c'est cet ordre ou cet arrangement que prennent entr'elles les surfaces qui terminent les volumes des corps, qu'on appèle *figure*.

Comme il n'y a point de corps qui ne soit terminé par des surfaces, que ces surfaces ne se confondent point, et qu'elles se distinguent toujours les unes des autres, au moins par des situations relatives, il est évident qu'il n'y a point de corps qui n'ait une figure quelconque. Les surfaces qui terminent les corps, peuvent varier et varient effectivement à l'infini. On ne pourroit peut-être pas trouver, dans une forêt entière, deux feuilles qui se ressemblassent en tout.

Impénétrabilité.

On entend par impénétrabilité, la propriété qu'ont tous les corps de ne laisser point prendre toute la place qu'ils occupent, par d'autres corps, que préalablement ces autres corps ne les aient chassés de là. Cette propriété s'appèle aussi *solidité* : c'est par elle que les corps résistent à ceux qui tendent à occuper leur place : cette résistance est non-seulement commune à tous les corps, mais même essentielle à tous. Cela est vrai, soit qu'on examine les corps dans leur tout, soit qu'on ait égard à leurs parties les plus simples ; c'est aussi le signe le moins équivoque de leur existence. Des illusions d'optique en imposent quelquefois à nos yeux ; nous sommes alors tentés

de prendre des fantômes pour des réalités ; mais, en touchant, nous nous assurons du vrai, par la résistance que nous éprouvons, et par la persuasion intime où nous sommes que tout ce qui résiste est corps, est *solide*, est *impénétrable*. Cette résistance, qui est l'effet de l'impénétrabilité des corps, se trouve dans tous : il est vrai qu'il y a tel cas où elle échappe à nos sens ou à notre attention. Certains corps nous touchent sans cesse, nous touchent partout également ; l'habitude nous a rendu leur contact si familier, que nous avons besoin d'y réfléchir, pour reconnoître l'impression qu'ils font sur nous. Quand on agit dans un air calme, on ne fait pas attention qu'on a continuellement à vaincre la résistance d'un corps dont la solidité s'oppose à nos mouvemens. Lorsque nous agissons si peu, nous croyons ne point agir ; si donc l'on prouve que l'air, ce fluide si peu résistant, a une résistance et une solidité réelles, à plus forte raison l'accordera-t-on aux autres corps. C'est cette résistance de l'air, qui est cause qu'on ne peut pas remplir de liqueur une bouteille pleine d'air, si le canal de l'entonnoir remplit trop exactement le goulot de la bouteille : si l'air ne peut pas sortir, sa résistance empêche la liqueur d'entrer : c'est par la même raison qu'un tonneau, percé d'un trou de vrille, ne laisse point écouler l'eau qu'il contient : l'air qui se présente au trou, résiste à cet écoulement, à moins que le trou ne soit assez grand, pour donner en même tems un

passage libre aux deux fluides qui coulent en sens contraire.

Il y a cependant certains corps qui paroissent se laisser pénétrer par d'autres ; mais ce n'est qu'une pénétration apparente, et point du tout réelle. Une éponge, par exemple, reçoit et retient intérieurement une grande quantité d'eau ; mais cette eau va se loger seulement dans les vides qui se trouvent entre les parties de l'éponge, et n'occupe nullement la place des parties propres de l'éponge.

Il faut donc distinguer la grandeur apparente de leur solidité réelle ; car il reste des vides entre les parties de ces corps ; et l'impénétrabilité dont il est ici question, n'appartient qu'aux parties solides des corps, qui se trouvent liées ensemble dans le même tout, et non pas au composé qui en résulte.

Porosité.

Nous venons de dire qu'entre les parties solides des corps, il y a des interstices vides de leur propre substance ; c'est là ce qu'on appèle *pores :* tels sont les trous qu'on voit dans une éponge ; tels sont encore les petits trous qu'on remarque dans une lame mince de bois, qu'on découvre avec un microscope. Ces vides ne sont pas toujours des vides absolus ; les plus grands, sur-tout ceux qui sont vers la surface, sont remplis d'air ; d'autres,

plus petits, contiennent pour le moins du calorique. Il est cependant probable qu'il y a de ces pores absolument vides de toute substance: la liberté pour les mouvemens semble l'exiger; car, si tout étoit plein dans la nature, on ne concevroit pas comment un corps pourroit changer de place, puisque la matière est impénétrable, et qu'il y en auroit par-tout. Il n'y a point de corps dont les parties soient tellement rapprochées les unes des autres, qu'il ne reste entr'elles aucune interstice vide de leur propre substance. La *porosité* est donc une propriété générale, et qui appartient à tous les corps; mais elle n'appartient pas à tous au même degré : les uns ont une plus grande porosité que les autres; cette plus grande porosité se mesure par la moindre pesanteur spécifique ; car la porosité est en raison inverse de cette pesanteur. Les pores les plus ouverts ne sont pas toujours une preuve de la plus grande porosité; le nombre compense, et même surpasse quelquefois ce que fait la grandeur. Par exemple, les pores du bois de chêne sont plus ouverts que ceux du liége; car, à volume égal, il pèse plus que lui.

Quoique nous sachions que la porosité appartient à tous les corps, et que nous connoissions, par le poids, le rapport de la porosité d'un corps à celle d'un autre corps, nous ignorons cependant la quotité de cette porosité : pour connoître sa valeur, il nous fau-

droit une matière toute solide, qui n'eût point de pores, ou du moins dont la porosité absolue nous fût connue : alors, le rapport de son poids au poids d'un autre corps, à volume égal, nous donneroit le rapport des porosités de ces deux corps, et par conséquent leurs porosités absolues : mais nous ne connoissons point de matière de ces espèces. La platine et l'or qui, de tous les corps, sont les plus pesans, ont cependant des pores; car le mercure et l'acide nitro-muriatique, dit *eau régale*, s'insinuent entre leurs parties et les dissolvent ; leur porosité est même assez remarquable et assez considérable. Suivant Newton, l'or a plus de pores que de parties solides. Quelle doit être la porosité des autres corps ? Cette porosité est, en raison inverse de la densité ou pesanteur spécifique : or, la densité de l'eau est à celle de l'air, comme environ 15627 est à 1. Mais, comment concevoir une si grande porosité ? Newton nous en donne le moyen de la manière suivante : « Si nous concevons, dit-il, que ces particules (des corps) puissent être tellement disposées, que les intervalles, ou espaces vides, qui sont entr'elles, soient égaux en quantité à toutes ces particules prises ensemble ; et que ces particules soient composées d'autres plus petites, qui aient entr'elles des espaces vides d'une quantité égale à celle de toutes ces plus petites particules ; et que ces plus petites particules soient pareillement composées d'autres beaucoup plus petites, qui

toutes ensemble soient égales à tous les pores ou espaces vides qu'il y a entr'elles, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on vienne à des particules solides, qui n'aient nuls pores ou espaces vides; et que, dans un certain corps, il y ait, par exemple, trois pareils degrés de particules, les moindres desquelles soient solides, ce corps aura sept fois autant de pores que de parties; mais, s'il y a quatre pareils degrés de particules, dont les moindres soient solides, le corps aura quinze fois autant de pores que de parties solides; s'il y en a cinq degrés, le corps aura 35 fois autant de pores que de parties solides; s'il y en a six degrés, le corps aura 63 fois autant de pores que de parties solides; et ainsi de suite continuellement ». On voit que de cette manière on pourroit arriver à une porosité excessive.

Il n'y a point de corps visibles, soit à la vue simple, soit à l'aide du microscope, dans lesquels on n'apperçoive pas de pores. Certains fluides s'insinuent entre les parties de certains corps; il faut bien pour cela qu'il y ait des pores, car la matière est impénétrable: les bois, sur-tout les *tendres*, perdent ou acquièrent de l'humidité, s'ils se trouvent dans des endroits plus ou moins secs, qu'ils ne le sont eux-mêmes: c'est pourquoi il arrive souvent que les ouvrages de menuiserie se déjètent.

Notre transpiration prouve évidemment la

porosité (1) de notre peau ; celle qu'on appèle insensible, et qui ne s'apperçoit que par ses effets, est continuelle (2). Il faut distinguer deux sortes de transpiration, la cutanée et la pulmonaire: pour les avoir séparément, Séguin s'est mis tout le corps dans une enveloppe impénétrable à l'humeur transpirable, n'ayant que le nez et la bouche en dehors ; de sorte qu'il n'y avoit que l'humeur transpirable des poumons qui pouvoit s'échapper. La transpiration cutanée dépend, 1°. de la vertu dissolvante de l'air environnant ; 2°. de la faculté des vaisseaux exhalans de porter jusqu'à la peau l'humeur transpirable : si ces deux causes sont réunies, la transpiration est abondante ; mais si l'une est supprimée, la transpiration diminue: une enveloppe imperméable sur le corps supprime la première ; une mauvaise digestion supprime la seconde.

La coquille des œufs est poreuse : c'est par ses pores que l'œuf, sitôt après avoir été pondu, commence à se vider, et cesse d'être, ce qu'on appèle *frais :* si l'on veut l'empêcher de rien perdre, il n'y a qu'à boucher ses

---

(1) Nous sommes convaincus de cette porosité, quoique nous n'ayons jamais pu la voir au microscope.

(2) On a déja vu, dans les premiers volumes de cette collection, les expériences de Sanctorius sur la transpiration.

pores avec une matière grasse : de l'huile d'olive suffit pour cela ; il faut, après l'en avoir enduit par-tout, le bien essuyer avec une serviette, afin qu'il n'en reste qu'une couche très-mince, de peur que la pression de l'air n'en fasse entrer quelques gouttes, qui, en devenant rances, lui donneroient un mauvais goût : pour les conserver bien frais, il faut les graisser ainsi, aussi-tôt qu'ils sont pondus, ou du moins dans le jour même. On peut les garder plus d'un an, sans qu'ils aient rien perdu de leur fraîcheur, ni de leur délicatesse ; pour les garder aussi long-tems, il faut qu'ils n'aient pas été fécondés : car, s'ils l'ont été, ils ne peuvent se conserver que six semaines ou deux mois.

Certains corps admettent dans leurs pores certains fluides, tandis que d'autres ne peuvent pas s'y insinuer ; et le même fluide pénètre dans les pores d'un corps, tandis qu'il ne peut pas pénétrer dans les pores d'un autre. Par exemple, le marbre admet dans ses pores l'esprit-de-vin et les huiles, et non pas l'eau ; les gommes se laissent pénétrer par l'eau, et non par l'esprit-de-vin ; les résines par l'esprit-de-vin ou les huiles, et non par l'eau. L'acide nitreux s'insinue dans les pores de l'argent et le dissout ; il n'altère pas l'or : l'acide muriatique ou *eau régale* s'insinue dans les pores de l'or et le dissout ; il n'altère pas l'argent : l'acide nitreux dissout le cuivre, le fer, etc. et ne peut pas entamer le beurre. D'où cela peut-il venir ? Cela ne peut venir seulement

de ce que les pores d'une substance sont plus ouverts, et ceux d'un autre le sont moins ; car, supposons que les pores des gommes soient plus ouverts que ceux des résines, et que les particules de l'eau soient plus grossières que celles de l'esprit-de-vin ; cela expliqueroit bien pourquoi l'eau ne dissout pas les résines, tandis qu'elle dissout les gommes : ses parties, trop grossières, ne pourroient pas s'insinuer dans les pores trop peu ouverts des résines : mais pourquoi les particules de l'esprit-de-vin, plus déliées que celles de l'eau, ne s'insinueroient-elles pas dans les pores des gommes, plus ouverts que ceux des résines, dans lesquels elles pénètrent si aisément ? La seule raison de la grandeur des pores du corps à dissoudre, et de la petitesse des particules du dissolvant, ne suffit donc pas pour expliquer ces faits, quoique probablement elle y contribue pour quelque chose ; il faut y joindre une autre cause : cela vient, sans doute, de ce que la figure des pores du corps à dissoudre, doit être appropriée à la figure des particules du dissolvant ; et il est certain que les pores sont de différentes figures dans différens corps.

Raréfactibilité.

La *raréfactibilité* est la propriété qu'ont les corps d'acquérir une augmentation de volume par l'action de la chaleur : cette action, par laquelle ils augmentent de volume, est ce qu'on

appèle *raréfaction*. Tous les corps, sans en excepter un, augmentent de volume, ou se raréfient toutes les fois qu'ils s'échauffent. La raréfactibilité est donc une propriété qui appartient à tous les corps.

Condensabilité.

La *condensabilité* est la propriété qu'ont les corps de diminuer le volume par le refroidissement ; ce qui ne manque jamais de leur arriver toutes les fois qu'ils perdent une portion de la matière de la chaleur, qui s'y étoit introduite dans leurs pores : il est aisé de voir que cette propriété est précisément le contraire de la propriété précédente, la raréfactibilité.

Toutes les fois qu'un corps passe d'un lieu plus chaud dans un lieu moins chaud, ou qu'il est entouré d'un air moins chaud que celui qui l'environnoit auparavant, ou qu'enfin, il se trouve voisin de corps moins chauds que lui, il communique à ces corps voisins une portion de la matière de la chaleur qui le pénétroit : car la matière de la chaleur est un fluide : et le propre des fluides est de se répandre uniformément par-tout, tant qu'il n'y a pas de causes qui s'y opposent. Les parties de ce corps, plus ou moins soutenues, retombent, se rapprochent, les unes des autres, et se renferment dans des limites plus étroites ; en un mot, ce corps devient plus petit qu'il ne l'étoit : c'est-là ce qu'on appèle *condensation ;* mais, comme

il n'y a point de corps, qui, en diminuant de chaleur, ne soit susceptible de cette espèce de retrecissement, on doit conclure que la condensabilité est une propriété générale des corps ; qu'elle appartient à tous indistinctement et sans aucune exception : qu'on n'objecte pas que l'eau qui se gèle, en se refroidissant, augmente cependant de volume ; car, cette augmentation est due à une cause étrangère, dont nous parlerons, en traitant de la glace ; et l'on verra que l'eau gelée est réellement de l'eau condensée. Nous parlerons aussi plus amplement de la condensation des corps, en traitant du feu, et de la chaleur qui les raréfie.

Compressibilité.

De tout ce que nous avons dit de la porosité, il suit que la grandeur apparente d'un corps excède toujours la quantité réelle de sa matière propre ; car les parties de ce corps ne sont pas aussi rapprochées les unes des autres, qu'elles pourroient l'être, puisqu'il reste encore des vides de leur propre substance. La quantité de matière qui compose le corps, est, ce qu'on appèle sa *masse*, et l'espace qu'il occupe se nomme son *volume*, ainsi que nous avons eu l'occasion de l'observer : cet excès du volume sur la masse varie, non-seulement dans les différens corps, mais aussi dans le même corps. C'est ce rapport du volume à la masse qu'on nomme *densité ;* un corps est plus *dense*

qu'un autre, quand la quantité réelle de sa matière diffère moins de sa grandeur apparente; ou, ce qui est la même chose, quand, sous un volume donné, il contient plus de parties solides. Le plomb est plus dense que le cuivre; l'or l'est plus que l'argent, etc.

Comme nous ne connoissons point de corps parfaitement durs, et que tous ont des pores, il est évident qu'une force extérieure, suffisante pour vaincre la roideur des parties, pourra rapprocher ces parties les unes des autres, diminuer le volume de ce corps sans diminuer sa masse, et par conséquent augmenter sa densité : c'est ce rapprochement de parties par une force extérieure, qu'on nomme *compression*. Nous mettons la compressibilité au nombre des propriétés générales, et qui appartiennent à tous les corps. Si l'on laisse tomber, d'une certaine hauteur, une boule de marbre, d'ivoire ou d'acier, ou même un diamant (qui est le plus dur de tous les corps), sur un autre corps dur, tous ces corps rejaillissent à l'instant, se réfléchissent; or, nous ferons voir ci-après que le mouvement de réflexion est une preuve certaine de la compressibilité des corps; car, ces corps ne peuvent pas se réfléchir, si aucun d'eux n'est élastique; et l'élasticité ne pourroit pas exister dans un corps non compressible.

Il y a d'autres corps qui sont beaucoup plus compressibles que ceux dont nous venons de parler, qui diminuent considérablement

de volume par une pression, qui n'est même pas très-forte. Tels sont les fluides élastiques, comme l'air et les gaz; c'est par cette propriété qu'ils sont capables de produire des effets très-singuliers, dont nous parlerons en traitant de l'air.

Il existe aussi une autre sorte de substances qui ne paroissent donner aucun signe de compressibilité, c'est-à-dire, que, quelque force qu'on ait employée contre elles, elles n'ont jamais paru céder à la pression qu'on leur a fait éprouver: on n'a jamais pu appercevoir la moindre diminution dans leur volume; telles sont toutes les liqueurs. Messieurs de l'académie *del Cimento* ont fait, pour s'en assurer, une expérience très-ingénieuse, mais qui malheureusement n'est pas assez concluante; voici en quoi elle consiste: il est mathématiquement démontré qu'une capacité sphérique est plus grande que toute autre capacité, qui auroit une surface égale à la sienne; il suit delà qu'un vaisseau, qui a une figure sphérique, et qui est plein d'une liqueur quelconque, ne peut pas perdre cette figure, qu'il n'arrive l'une de ces deux choses, ou que ce vaisseau augmente de surface, pour conserver la même capacité, ou que la liqueur qu'il contient diminue de volume.

Expérience. Messieurs de l'académie *del Cimento* ont donc pris une boule d'or très-mince et bien sphérique; ils l'ont remplie d'eau entièrement, et l'ont exactement bou-

chée; après quoi, par le moyen d'une presse, ils l'ont un peu applatie; ils en ont fait disparoître deux petits segmens : après ce changement de figure, la boule s'est trouvée avoir la même capacité qu'auparavant; preuve certaine que la boule est augmentée de surface. Cette expérience sembleroit prouver que l'eau est absolument incompressible; cependant on peut dire à cela qu'il est possible que l'eau ait été comprimée dans le premier instant, et qu'en se rétablissant par la force de son ressort, elle ait occasionné l'extension du métal; voilà pourquoi nous avons dit que cette expérience n'étoit pas concluante. Si l'on continue de presser la boule, l'eau, loin de céder à cette pression, se fait jour à travers les pores du métal, et paroît sur la surface en petites gouttes semblables à celles de la rosée; ce qui prouve que les liqueurs sont capables de résister à une très-forte pression.

Expérience. Voici une autre expérience, qui est pour le moins aussi concluante que la précédente; car, il n'y a aucun instant où l'on puisse appercevoir la moindre diminution de volume. On prend un tuyau de verre A B C D (figure première, n°. 5 de l'Atlas) assez épais, long d'environ sept pieds, recourbé en forme de syphon en B C, scellé hermétiquement en D, et ouvert en A : on met du mercure dans la courbure B C; on fait ensuite passer de l'eau dans la partie C D, et l'on marque exactement, avec une soie

fine, l'endroit C, où se joignent le mercure et l'eau : cela fait, on remplit le tuyau de mercure de B en A : alors l'eau qui est en C D, se trouve pressée par le poids de la colonne A B de mercure, lequel est égal à environ trois fois le poids de l'atmosphère : malgré cette grande pression, la colonne d'eau C D ne diminue pas de longeur ; pour peu qu'elle en diminuât, le mercure monteroit au-dessus de la soie qui est en C ; et jamais on ne l'y voit monter, même de l'épaisseur d'un cheveu.

Quoique ces expériences paroissent prouver l'incompressibilité des liqueurs, il ne faut cependant pas les regarder comme absolument incompressibles ; 1°. parce que nous avons déja prouvé que tous les corps solides sont compressibles puisqu'ils ont des pores ; ce qui permet à leurs parties de se rapprocher : de même les liqueurs, n'étant autre chose que des assemblages de petits corps solides et poreux, doivent aussi être compressibles, avec cette différence qu'elles le sont beaucoup moins, parce que la compressibilité doit diminuer comme la grandeur des corps, et que les particules des liqueurs, sont prodigieusement petites ; 2°. parce que les liqueurs donnent d'ailleurs des preuves de compressibilité, puisqu'elles sont capables de transmettre les sons ; or, cela ne pourroit pas être, si elles n'avoient pas d'élasticité, laquelle suppose toujours la compressibilité.

De tout ce que nous venons de dire, nous devons

devons conclure que les liqueurs, quoique compressibles en elles-mêmes, sont cependant capables de résister aux efforts qu'on a employés jusqu'ici contre elles; qu'il est probable qu'elles céderoient enfin d'une manière sensible, s'il étoit possible de les soumettre à de plus fortes pressions, et qu'elles cèdent peut-être déja à celles qu'on emploie; mais d'une quantité trop petite pour être apperçue.

Il est très-avantageux pour nous que les liqueurs puissent résister à des pressions qui compriment fortement les autres corps : toutes celles que nous tirons par expression des végétaux, tels que le vin, le cidre, l'huile, etc. ne se sépareroient point des parties solides qui les contiennent, si ces liqueurs étoient aussi compressibles qu'elles. La facilité que nous avons à extraire les sucs que la nature y a préparés pour nos usages, est presque toute fondée sur la résistance que les liqueurs opposent aux forces qui tendent à les comprimer.

Élasticité.

L'*élasticité* est l'effort par lequel les corps qui ont été comprimés, tendent à reprendre l'état qu'ils avoient avant la compression. Un corps, qui a de l'élasticité, est donc celui qui, après avoir été comprimé par une force quelconque, reprend, lorsque cette force cesse d'agir, les mêmes dimensions et la même figure, qu'il avoit avant d'être comprimé : telle est une

bille d'ivoire ou d'acier, qu'on laisse tomber sur un plan de marbre; par sa chute et son choc contre le marbre, elle éprouve une compression, qui porte une portion plus ou moins grande de cette petite sphère vers son centre, et lui fait perdre sa forme ronde; l'instant après, il ne reste sur la bille aucune marque de cette compression; elle a repris sa forme ronde par son élasticité; c'est ce qui cause le mouvement réfléchi qu'elle éprouve en pareil cas. L'élasticité doit être regardée comme une propriété générale des corps, comme une propriété qui appartient à tous indistinctement, quoique à un degré plus ou moins élevé. Nous avons dit que les corps, en vertu de leur élasticité, reprennent l'état qu'ils avoient avant la compression; mais ce n'est qu'après un plus ou moins grand nombre de balancemens, appelés *vibrations*, que cette état est entièrement repris: ces vibrations sont de telle nature, qu'elles sont toujours isochrones, ou de même durée, soit qu'elles soient grandes, soit qu'elles soient petites, soit qu'elles aient une grande, ou une petite amplitude.

De tous les corps dont on augmente artificiellement l'élasticité, il n'en est point sur lequel on produise un plus grand effet que sur l'*acier*. Parmi les différens procédés qu'on emploie pour cela sur ce métal, il n'en est point de plus efficace que la *trempe*, qui consiste à chauffer fortement l'acier, et à le refroidir subitement, en le plongeant dans une

liqueur froide ; l'acier prend par-là une dureté et une élasticité d'autant plus grandes, qu'on le chauffe davantage, et que la liqueur dans laquelle on le plonge, est plus froide. Il faut savoir que l'acier n'est point un métal particulier ; c'est un fer préparé par la cémentation ; chaque ouvrier a son cément particulier, dont il fait souvent un secret ; mais, dans tout il entre des matières charbonneuses. Ci-devant, la plupart des chimistes regardoient l'acier comme un fer plus pur que celui dont il avoit été formé ; ils étoient dans l'erreur. Il est bien prouvé aujourd'hui que l'acier est un fer combiné avec le carbone, ou principe charbonneux, qui s'est uni au fer pendant la cémentation, et qui y est intimement mêlé ; aussi, à la cassure du fer pur, on voit qu'il est composé de lames, et la cassure de l'acier montre de petits grains, qui sont le produit du mélange du fer extrêmement divisé et du carbone. Lorsqu'on chauffe l'acier, l'action du feu (dont la propriété bien connue est de procurer l'union des matières homogènes) fait sortir de l'intérieur de ses molécules une grande partie du principe charbonneux qui s'y trouve disséminé, sans pour cela le faire sortir de la masse totale. La trempe saisit donc l'acier dans un moment où ses principes, quoique les mêmes, sont moins mêlés ; ce qui fait que les molécules sont composées de parties plus homogènes, et qu'en même tems ces molécules sont moins liées ensemble. Ceci rend assez

bien rais n des phénomènes différens qu'offre la trempe :

1°. Le grain de l'acier paroît plus gros après la trempe, qu'auparavant; parce que chaque molécule s'est formée d'un plus grand nombre de particules métalliques réunies; 2°. l'acier a un plus grand volume après la trempe; car, alors sa pesanteur spécifique est moindre; cela vient de ce que la trempe fixe l'acier dans un état où le mélange de ses principes est moins complet; 3°. l'acier est plus dur après la trempe, parce que chacune de ses molécules étant plus grosse, touche ses voisines par de plus grandes surfaces; il est donc plus difficile de l'en détacher, et de plus, les parties qui composent chaque molécule, étant plus homogènes, s'unissent plus aisément et adhèrent plus fortement entr'elles; il est donc plus difficile d'entamer cette molécule; 4°. l'acier, quoique plus dur après la trempe, est cependant plus cassant, parce qu'un refroidissement lent donne aux parties le tems de se mêler de nouveau, et augmente par-là la somme des attouchemens : ce sont sans doute ces attouchemens immédiats qui sont la cause de l'adhérence des particules entr'elles, et en conséquence de la dureté des corps.

Nous ne connoissons point la cause de l'élasticité; tout ce qu'on a imaginé jusqu'à présent, pour en rendre raison, n'est que des conjectures mal fondées, et souvent démenties par l'expérience. On a d'abord prétendu que c'é-

toit de l'air que dépendoit l'élasticité des corps ; on croyoit que l'air, s'insinuant par les pores entre les parties des ressorts tendus, les poussoit de manière à leur faire reprendre leur première situation, et qu'ainsi il rendoit les corps élastiques : mais cela est démenti par l'expérience, puisque l'élasticité a lieu dans le vide de Boyle, comme en plein air. On a eu recours à un autre fluide beaucoup plus subtil que l'air grossier, et on l'a supposé lui-même élastique : en conséquence, voici comment on a raisonné : quand on courbe un ressort, les pores de la partie qui devient convexe, s'élargissent ; et ceux du côté qui devient concave, se rétrécissent : les petites particules de ce fluide élastique, qui se trouvent dans ces derniers pores, sont comme autant de petits ballons comprimés, qui, par leur élasticité, tendent à se rétablir, et redressent ainsi le ressort. Mais on suppose ici ce qui est en question ; car, il s'agit de l'élasticité des corps en général ; et il restera toujours à savoir quelle est la cause de l'élasticité de ce fluide : seroit-ce encore un fluide plus subtil, qui seroit aussi élastique ? Nous demanderons quelle est la cause de l'élasticité de ce dernier, et ainsi à l'infini. Dire que les corps élastiques sont tels, parce qu'ils sont composés de petites parties, dont chacune est douée d'une force élastique, c'est un cercle vicieux bien ridicule.

Enfin d'autres physiciens attribuent l'élasticité à la force répulsive qu'ont entr'elles les

particules des corps : quand on comprime, disent-ils, un corps élastique, ses pores se rétrécissent ; de sorte qu'alors plusieurs particules, qui étoient auparavant à quelque distance l'une de l'autre, se rapprochent de la sphère de leur répulsion réciproque ; et cette répulsion devient d'autant plus forte que la compression augmente, c'est-à-dire, que les parties se rapprochent davantage les unes des autres : c'est pourquoi, disent-ils, l'élasticité des métaux augmente quand on les écrouit (1) ; plus on les bat à froid, plus ils deviennent élastiques ; delà vient encore, ajoutent-ils, que, quand les pores d'un corps sont fort grands, ce corps peut souffrir compression, sans recevoir beaucoup d'élasticité : mais, n'est-ce pas encore là une supposition sans fondement ? cette force répulsive n'est-elle pas diamétralement opposée à la force attractive ? On prétend que les particules des corps s'attirent d'autant plus puissamment, qu'elles se touchent de plus près ; et ici l'on dit qu'elles se repoussent d'autant plus vivement, qu'elles se rapprochent davantage les unes des autres ? N'est-ce pas supposer des attractions et des répulsions, selon le besoin qu'on a, et tout-à-fait gratuitement ? ne vaut-il pas mieux avouer ingénuement qu'on ignore la cause de l'élasticité des corps ?

---

(1) Par *écrouir*, on entend *battre à froid*.

Dilatabilité.

La *dilatabilité* est la propriété qu'ont les corps d'acquérir une augmentation de volume, d'occuper un plus grand espace, par la force de leur ressort, sitôt qu'il cesse d'être retenu par des obstacles. La plupart des physiciens confondent la dilatation avec la raréfaction : nous pensons qu'il est à propos de les distinguer ; il est bien vrai que, dans l'un et l'autre cas, les corps augmentent de volume ; mais la raréfaction est occasionnée par la chaleur, et la dilatation l'est par la force élastique. Or, il ne faut pas regarder comme le même, deux effets qui, quoique semblables en apparence, sont cependant produits par deux forces si différentes.

Mobilité.

La *mobilité* est la faculté qu'ont tous les corps de pouvoir être mis en mouvement ; il n'y a point de corps qui ne puisse être mis en mouvement par une force suffisante ; la mobilité est donc une propriété générale des corps, et qui appartient à tous indistinctement. Nous avons donné les lois du mouvement dans le premier volume de cette collection ; ainsi il seroit superflu d'y revenir ici.

L'Inertie.

L'*inertie* des corps est leur résistance à être

mus : c'est la force par laquelle tout corps résiste à toute variation d'état ; c'est-à-dire, par laquelle, lorsqu'il est en mouvement, il résiste au repos, ou à un mouvement plus prompt, ou plus lent ; et lorsqu'il est en repos, il résiste au mouvement. L'inertie est donc une force qui réside dans tous les corps ; mais elle n'est pas dans tous au même degré : elle est toujours proportionnelle à la masse. Il est des auteurs qui ont confondu la force d'inertie avec la pesanteur ; cependant, quoique ces deux forces aient de commun d'être proportionnelles à la masse, ou à la quantité de matière propre de chaque corps, elles sont pourtant essentiellement distinctes l'une de l'autre ; la pesanteur n'exerce son action que dans un sens, de haut en bas. Toutes les fois qu'un corps tombe librement, il tombe perpendiculairement à l'horizon ; mais la force d'inertie résiste dans quelque sens qu'on fasse effort pour changer l'état d'un corps.

Voici un raisonnement qui ne permet pas de confondre les effets de l'inertie avec ceux de la pesanteur. Supposons deux corps en tout semblables, de même matière, de même figure, de même volume, et de même poids, qui commencent à tomber librement dans le vide, de la même hauteur, et tous deux au même instant ; il est indubitable que ces deux corps obéiront complètement à leur pesanteur ; qu'ils descendront tous deux avec la même vîtesse, et avec toute la vîtesse qu'exige leur

pesanteur ; et qu'ils arriveront tous deux ensemble sur le plan qui termine leur chute. Si l'on veut que l'un des deux précède l'autre dans sa chûte, il faut, à l'effort de sa pesanteur, joindre une autre force ; il faut lui donner une nouvelle impulsion, qu'il ne peut pas recevoir de sa pesanteur, puisque nous supposons qu'il lui obéit complètement. Or, tout ce qui exige une force pour être produit, est une véritable résistance : ce corps, qui, en tombant librement, obéit complètement à sa pesanteur, résiste donc à un mouvement plus prompt que celui qui lui vient de sa pesanteur ; il y résiste donc par une force indépendante de sa pesanteur : c'est cette force qu'on appèle *force d'inertie*.

CHAPITRE II.

Du Mouvement et de ses Lois.

Quoique nous ayons donné les lois du mouvement, dans le premier volume de cette collection, nous allons cependant ajouter ici quelques observations essentielles suivies d'un résumé général de toutes ces lois. Il y a plusieurs choses à considérer dans un corps qui se meut ; savoir : 1°. la force motrice qui imprime le mouvement à ce corps ; 2°. la masse de ce corps, par laquelle il resiste à la force qui tend à le

faire sortir de son état ; 3°. la direction que prend ce corps dans son mouvement, soit qu'il soit simple, soit qu'il soit composé ; 4°. l'espace que ce corps parcourt ; 5°. le tems que ce corps emploie à parcourir cet espace ; 6°. la vîtesse du mouvement de ce corps, c'est-à-dire, le rapport de l'espace que ce corps parcourt, et du tems qu'il met à le parcourir ; 7°. la quantité du mouvement de ce corps.

Force motrice.

Tous les corps, par leur inertie, résistent à toute variation d'état. On appèle *force motrice* celle d'un ou de plusieurs corps, employée pour en mouvoir d'autres : telle est une impulsion donnée à un corps, pour le faire avancer dans une direction quelconque. Jusqu'à Léibnitz, on avoit toujours pensé que cette force, en toutes sortes de cas indistinctement, devoit être évaluée par le produit de la masse du moteur, multipliée par sa vîtesse. Léibnitz a le premier établi une distinction entre la force motrice qui agit contre un obstacle invincible, et celle qui agit contre un obstacle qui cède : il appèle la première *force morte*, et convient avec tous les physiciens, qu'elle doit être évaluée, en multipliant la masse par la simple vîtesse. Il appèle la dernière *force vive*, et il prétend que, pour l'estimer selon sa juste valeur, il faut multiplier la masse, non par la vîtesse simple, mais par le carré de la vîtesse ;

c'est-à-dire, que, si la vîtesse est 3, par exemple, il ne faut pas multiplier la masse seulement par 3, mais par 9, qui est le carré de 3. Nous avons déja rendu compte de cette opinion de Léibnitz, au premier volume de cette collection, à l'article de l'histoire générale des sciences : mais nous n'y avons pas traité en détail cette question : nous allons l'examiner ici, en parlant de ces deux forces.

Force morte.

La *force morte* est donc celle qui agit contre un obstacle invincible, qui consiste par conséquent dans une simple tendance au mouvement, et qui ne produit aucun effet sur l'obstacle sur lequel il agit : telle est, par exemple, la force d'un corps pesant qui tend à descendre, mais qui est posé sur une table, ou suspendu à une corde : ce corps ne sauroit descendre, parce que la résistance de la table ou de la corde l'en empêche ; cependant il presse la table où tend la corde, et il montre par là sa tendance au mouvement, qui ne peut avoir d'effet, tant que ces obstacles invincibles s'y opposent : cette pression du corps pesant est donc sans effet dans ces deux cas ; ou plutôt les effets qu'elle produit, c'est-à-dire, la tension de la corde et la pression de la table, sont des effets qui n'épuisent point la cause pressante ; ainsi, cette cause pressante ne perd rien de sa force, parce qu'elle ne la déploie point ;

mais elle tend seulement à la déployer : lors donc que les obstacles sont invincibles, l'action de la force qui tend à les déplacer, est à tout moment détruite par ces obstacles, et à tout moment reproduite par l'effort continuel que fait la force pressante pour vaincre cette résistance ; ainsi les petits degrés que la force pressante imprime à l'obstacle qui retient son action, périssent en naissant, et naissent en périssant; et c'est dans ce retour de production et de destruction que consiste l'effet de la pesanteur d'un corps, lorsqu'il est retenu par un obstacle invincible; c'est cette pression, aussitôt détruite que produite, c'est cette force que la cause pressante tend à déployer sans succès, qu'on appèle *force morte*. La force morte d'un corps s'estime, ou s'évalue, comme nous l'avons déja dit, par le produit de sa masse multipliée par sa vîtesse initiale, c'est-à-dire, par la vîtesse qu'il auroit dans le premier instant, si l'obstacle qui le retient, venoit à céder.

Force vive.

La *force vive* est celle d'un corps actuellement en mouvement, qui agit contre un obstacle qui cède, et qui produit un effet sur lui: telle est la force d'un corps qui en va heurter un autre avec une vîtesse déterminée, et qui, en conséquence de son choc, le lance à une certaine distance. Cette force s'étoit toujours évaluée, avant Léibnitz, comme la force morte : l'opinion de ce savant a trouvé des

défenseurs ; cela a formé un procès littéraire, dont les pièces, pour et contre, se trouvent consignées dans plusieurs ouvrages, sur-tout dans les *Institutions physiques* de madame la *marquise du Châtelet*, où elle a rassemblé tout ce qu'on peut dire en faveur des forces vives ; et dans un autre ouvrage in-12, intitulé : *Dissertation sur l'estimation et la mesure des forces motrices des corps*, par M. *de Mairan*, dans lequel il a fortement combattu l'opinion de Leibnitz. Les expériences, apportées en preuves par l'un et l'autre parti, sont avouées de tout le monde ; ainsi il n'y a de contestation que relativement aux conséquences que chacun en tire.

En faveur des forces vives, on suppose, par exemple, deux boules A et B de même matière, de même masse et de même volume, qu'on laisse tomber librement de hauteurs convenables, l'une A pendant une seconde, et l'autre B pendant 2 secondes ; 1°. sur la terre molle : il est certain que la boule B fait sur cette terre molle un enfoncement quadruple de celui de la boule A, et que B déplace quatre fois autant de matière, qu'en déplace A ; 2°. on suppose que ces boules tombent des mêmes hauteurs, et pendant les mêmes tems que ci-dessus, sur un plan parfaitement élastique : dans ce cas, en faisant abstraction de la résistance du milieu, ces deux boules remontent, en vertu de la réaction, laquelle est égale à la compression, chacune pendant un tems égal

à celui pendant lequel elle est descendue ; savoir A pendant une seconde, et B pendant deux secondes ; mais B remonte à une hauteur quadruple de celle à laquelle remonte A : on dit que, dans ce cas-là, B ne reçoit que 2 degrés de vîtesse, pendant que A en reçoit 1 ; et cependant les effets que produit B sont quadruples de ceux que produit A : B déplace quatre fois autant de terre qu'en déplace A ; donc son impulsion sur la terre molle est quadruple de celle de A : B, en vertu de la réaction, remonte à une hauteur quadruple de celle à laquelle remonte A : donc sa compression sur le plan est quadruple de celle de A ; d'où l'on conclut que les forces vives sont comme les carrés des vîtesses, et non pas comme les simples vîtesses ; et que, pour avoir leur juste valeur, il faut les estimer par le produit de la masse multipliée par le carré de la vîtesse, et non par la vîtesse simple.

On a répondu à cela, que, pour comparer avec exactitude les forces de deux corps, il faut que les circonstances soient égales de part et d'autre, et avoir une mesure commune, qui est le tems pendant lequel chaque mobile agit : or, la boule B, qui, avec une vîtesse double, produit un effet quadruple, ne le produit que dans un tems double ; d'où l'on doit conclure que sa force n'est que double en tems égal, c'est-à-dire, en raison de la vîtesse simple, et non pas en raison du carré de la vîtesse : en effet, supposons que deux hommes, *Jacques*

et *Jean*, sont en marche ; que Jacques fait une lieue dans une heure, et que Jean fait quatre lieues dans deux heures ; il est évident que l'effet produit par la force de Jean est quadruple de celle de Jacques ; cependant on ne conclura pas de-là que la force de Jean est quadruple de celle de Jacques ; pour que cela fût, il faudroit que Jean parcourût quatre lieues dans le même tems que Jacques emploie à en parcourir une : ce qui n'est pas ; il emploie un tems double. Jean, dans un tems égal, ne produit donc qu'un effet double de celui de Jacques, c'est-à-dire, en raison de sa vîtesse simple ; et son effet total n'est quadruple, que parce que avec une vîtesse double, il marche pendant un tems double. Ainsi l'effet que produit Jean est quadruple de celui que produit Jacques, non pas parce que 4 est le carré de 2, mais parce que 2 fois 2 font 4. Aussi, quoique les sentimens soient partagés sur la manière d'évaluer les forces des corps en mouvement, ou ce qu'on a appelé les *forces vives*, on est parfaitement d'accord sur le produit de ces forces, et sur les effets qui en doivent résulter. Tout le monde convient, avec les défenseurs des forces vives, que les effets sont quadruples de la part d'un corps qui se meut avec deux degrés de vîtesse par comparaison à celui qui n'en a qu'un ; mais, comme nous venons de le dire, ce n'est pas parce que 4 est le carré de 2, n'est seulement parce que le mobile, qui a 2 degrés de vîtesse, fait un effort

qui est répété deux fois autant que celui d'un mobile, qui se meut avec un seul degré de vîtesse. Si donc, on fait entrer en ligne de compte la considération des tems, on peut, sans erreur, estimer indistinctement dans la pratique, la force des corps, par le produit de la masse, multipliée par la simple vîtesse actuelle, s'ils se meuvent réellement ; et s'ils sont retenus par des obstacles invincibles, par leur tendance au mouvement, qui est comme leurs masses et leur vîtesse initiale, c'est-à-dire, celle avec laquelle ils commenceroient à se mouvoir, si l'obstacle venoit à céder. On peut aussi communément évaluer la force des corps en mouvement, par le produit de la masse, multipliée par le carré de la vîtesse ; l'opération est plus courte. Nous avons dit *communément*, parce que cette manière d'évaluer les forces n'est pas applicable dans tous les cas, comme, par exemple, dans ceux où les corps vont se heurter par des mouvemens en sens contraire, ainsi que le prouve M. de Mairan, par une expérience qu'il rapporte contre les forces vives, et dont le résultat est reconnu et avoué des deux partis : ce qui prouve bien le défaut de l'opinion de Léibinitz.

Cette expérience est celle de deux corps mous où à ressort, qui viennent se choquer par des mouvemens en sens contraires, et avec des vîtesses qui sont entr'elles en raison inverse de leurs masses ; car on sait qu'il en résulte le repos, si les corps sont mous et sans ressort,

et

et un retour en arrière après le choc, avec les mêmes vîtesses qu'avant le choc, si les corps ont un ressort parfait ; ce qui prouve qu'ils se choquent avec des forces égales : cela n'arriveroit pas ainsi, si les forces étoient comme les carrés des vîtesses ; le corps, par exemple, qui auroit 6 degrés de vîtesse avec 2 de masse, et par conséquent 72 de force, devroit nécessairement emporter celui, qui, avec 6 de masse, n'auroit que 2 de vîtesse, et par-là, seulement 24 de force.

On a répondu à cela, que ce triple de force qu'a le corps qui se meut avec 6 de vîtesse, est consumé par les enfoncemens et les déplacemens de matière, qu'il fait sur celui qui n'a que 2 de vîtesse. Mais, dit Mairan, quel est le point d'appui des efforts nécessaires, pour produire ces enfoncemens et cette introcession de matière ? Qui est-ce qui les soutient par une réaction égale à l'action ? n'est-ce pas le centre de gravité de la masse triple, qui n'a que 2 de vîtesse ? cette masse elle-même ne consume-t-elle pas autant de sa force, à soutenir les efforts de ces déplacemens, que le corps choquant perd de la sienne à les produire ? et ce qu'elle en consume, ne la dispose-t-il pas d'autant à céder ? Il n'y a point d'efforts perdus à cet égard, ou plutôt ceux qui sont perdus d'une part, sont communiqués de l'autre par un échange réciproque : ainsi la masse inférieure en force devroit être entraînée.

Cela devient encore plus évident dans le cas

des corps à ressort ; car, les enfoncemens et les applatissemens qu'ils souffrent mutuellement dans le choc, sont, en vertu du rétablissement qui leur succède, la source même de la force nécessaire pour retourner en arrière avec les mêmes vîtesses après le choc, qu'ils avoient avant le choc. Donc, si les forces étoient comme les carrés des vîtesses, celui qui n'avoit que 2 de vîtesse et 6 de masse, seroit repoussé en arrière par le choc de celui qui avoit 2 de masse et 6 de vîtesse, avec plus de force ou de vîtesse qu'il n'en avoit avant le choc ; ce qui est contraire à l'expérience.

On pourra donc évaluer les forces motrices, en multipliant les masses, ou par la vîtesse simple, en y ajoutant la considération des tems, ou par le carré de la vîtesse ; hors les cas où les corps vont se choquer par des mouvemens en sens contraire.

CHAPITRE III.

Mouvement de projection.

Comme nous avons suffisamment développé les lois du mouvement, et tout ce qui est relatif aux forces centrales, ou à la pesanteur, dans le premier volume de ce recueil, sur-tout à l'article intitulé : *Histoire générale des sciences*, au chapitre *des forces centrales*, il ne nous reste

qu'à expliquer ici ce qui concerne le *mouvement de projection.*

Tous les corps jetés ou lancés hors de la perpendiculaire à l'horizon, se meuvent d'un mouvement composé de deux forces; savoir, la force de la pesanteur, et la force qui les lance, qu'on nomme ordinairement projectile; telle est, par exemple, l'impulsion du bras qui jète une pierre, ou celle de la poudre qui chasse une bombe ou un boulet. La force projectile seroit uniforme, c'est-à-dire, qu'elle feroit parcourir au mobile des espaces égaux en tems égaux, si la résistance des milieux et des frottemens n'y mettoit pas d'obstacle. Quoique ces obstacles soient inévitables, nous en ferons cependant abstraction, parce qu'il est plus simple et plus facile de faire connoître ce qui seroit, si ces obstacles n'existoient pas, que de dire exactement ce qui arrive dans l'état naturel.

Si l'on connoît la direction de la force projectile, ainsi que son intensité, pour connoître l'effet du mouvement composé de ces deux forces, il suffira d'y appliquer les règles du mouvement en ligne courbe; nous disons du mouvement composé en ligne courbe, parce qu'ici les puissances changent de rapports entr'elles; car la force projectile est uniforme de sa nature, et la force projectile est accélératrice.

Si la direction de la force projectile tend de bas en haut, et qu'elle soit perpendiculaire à

l'horizon, elle est directement opposée à la direction de la pesanteur. Le mouvement du mobile fera donc l'effet de la force projectile, moins celui de la pesanteur ; et le mouvement demeurera simple ; mais la vîtesse sera moindre que ne l'exige la force projectile. Il arrive à ce mobile ce qui arriveroit à un corps qui remonteroit en vertu des vîtesses qu'il auroit acquises par une chute accélérée ; c'est-à-dire, que ce mobile monte à une hauteur égale à celle d'où il faudroit qu'il tombât pour acquérir par l'accélération de sa chute, une vîtesse égale à celle avec laquelle il a commencé à monter.

Si la direction de la force projectile est horizontale, le mobile décrit une courbe qui seroit parabolique, si la force projectile étoit parfaitement uniforme, et que la force de la pesanteur fût exactement accélérée.

Si la direction de la force projectile tend de bas en haut et obliquement à l'horizon (et c'est le cas le plus ordinaire), le mobile décrit alors une parabole entière.

C'est là-dessus qu'est fondée toute la science de la balistique, ou de l'art de mesurer le jet d'une bombe ou d'un boulet. Cet art consiste donc dans la combinaison de la force projectile et de la pesanteur du mobile. Toutes ces courbes, que décrivent les mobiles en pareil cas, ont d'autant plus d'amplitude, que la force projectile est plus grande. C'est présisément cette amplitude qu'il faut s'attacher à connoî-

tre, pour pouvoir sûrement atteindre le but qu'on se propose; et c'est là le point de la difficulté, sur-tout s'il s'agit du jet d'une bombe ou d'un boulet; car, pour connoître l'amplitude de la parabole que décrit le mobile, il faut connoître la valeur de la force projectile; mais cette force projectile vient alors de l'explosion de la poudre; et c'est une chose très-difficile que d'estimer avec quelque justesse la valeur de cette impulsion: elle dépend principalement de la quantité de la poudre, et de la quantité, non pas que l'on y emploie, mais qui s'enflamme avant le départ de la bombe ou d'un boulet. Car l'expérience a fait voir qu'il y a toujours une partie de la poudre qui ne s'enflamme point; et cette partie n'est pas toujours proportionnelle à la quantité employée: cela dépend de plusieurs circonstances, qu'il est difficile de rendre toujours les mêmes, comme de la longueur du canon ou du mortier, du poids de la bombe ou du boulet, de la force avec laquelle la charge a été bourrée, etc. Ainsi, une des quantités les plus essentielles à connoître, pour juger de l'amplitude de la parabole, est sujète à beaucoup de variations: de plus, dans tout ce que nous venons de dire, nous avons fait abstraction de la résistance des milieux et de celle des frottemens; il faut cependant les compter pour quelque chose; elles influent sur le mouvement du mobile: le boulet frotte contre les parois intérieures du canon, et ensuite est obligé de fendre

l'air et de le déplacer : ce qui lui fait perdre une partie de sa vîtesse. La force projectile n'est donc plus uniforme ; et l'effort de la pesanteur donne une vîtesse moins accélérée qu'il n'auroit fait sans ces obstacles : c'est pourquoi, s'il est essentiel de s'instruire des principes, il n'est pas moins nécessaire de s'exercer à la pratique.

Ce seroit le cas, après avoir parlé du mouvement des corps solides, de traiter de l'*hydrodynamique*, science qui a pour objet le mouvement des fluides, leur pesanteur et leur équilibre ; et qui, d'après cette définition, comprend l'hydrostatique et l'hydraulique. Mais ces objets ont été suffisamment développés dans le premier volume. Les phénomènes des tuyaux capillaires sont les seuls que nous n'avons pas expliqués : il faut donc leur consacrer ici un article particulier.

CHAPITRE IV.

Des phénomènes des tuyaux capillaires.

On appèle tuyaux capillaires, les tuyaux menus ou qui n'ont qu'un petit diamètre : ce nom-là leur vient sans doute de leur ressemblance par leur petitesse avec les cheveux (en latin *capilli*) ; cependant il n'est pas nécessaire qu'ils soient aussi menus que des cheveux : ceux

dont on fait usage en physique, le sont beaucoup moins; et même leurs efforts se font appercevoir, quoique leur diamètre intérieur égale 2 lignes ou 2 $\frac{1}{2}$ lignes : ils peuvent être faits de toute sorte de matière, de verre, de métal, etc. et peuvent avoir toutes sortes de formes. Tous les corps assez poreux, et capables d'admettre les liqueurs dans leur intérieur, peuvent être considérés comme des assemblages de tuyaux capillaires.

Les phénomènes de tuyaux capillaires paroissent être des exceptions aux lois de l'hydrostatique : une de ces lois est *que toutes les parties d'une même liqueur sont en équilibre entr'elles, soit dans un seul vaisseau, soit dans plusieurs qui communiquent ensemble, lorsque leurs surfaces supérieures sont dans un même plan parallèle à l'horizon :* or, voici ce qui arrive avec les tuyaux capillaires.

1°. Si l'on plonge l'extrémité d'un tuyau capillaire dans un vase plein de liqueur, aussitôt la liqueur s'élève dans un tuyau au-dessus de son niveau;

2°. Si l'on plonge le même tuyau capillaire dans différentes liqueurs, toutes s'élèvent dans le tuyau au-dessus de leur niveau, mais à des hauteurs différentes; et ce ne sont pas toujours les moins pesantes qui s'élèvent le plus haut; car, l'esprit-de-vin s'y élève beaucoup moins haut que l'eau, l'acide nitrique, l'eau salée, l'acide sulfurique concentré, l'urine, etc. Ce sont celles que nous venons de nom-

mer les dernières, qui s'y élèvent le plus haut ; d'où il suit qu'elles ne s'y élèvent point en raison inverse de leurs densités ; ce qui devroit être, si leur élévation étoit un effet d'équilibre ; ce ne sont pas même toujours les plus légères qui s'y élèvent le moins, puisque l'urine s'y élève plus haut que l'acide sulfurique concentré ; ce qui fait voir que cette élévation ne suit aucune règle connue ;

3°. Si l'on plonge dans la même liqueur deux tuyaux capillaires de diamètres différens, la liqueur s'y élève au-dessus de son niveau à des hauteurs qui sont en raison inverse des diamètres des tuyaux ;

4°. Le contraire de tout cela arrive avec le mercure ; car, si l'on plonge un tuyau capillaire dans du mercure, 1°. il s'y tient plus bas que son niveau ; 2°. d'autant plus bas que le tuyau est plus étroit ; 3°. ce *plus bas* est en raison inverse des diamètres des tuyaux.

Il y a long tems qu'on cherche la raison de ces phénomènes si contraires aux lois de l'hydrostatique, et si opposés à ce qu'on connoît d'ailleurs ; mais on ne peut pas se flatter de l'avoir trouvée. On peut ranger en trois classes les diverses opinions qu'on a proposées sur cette matière.

La première comprend celles qui attribuent ces phénomènes à la pression inégale du fluide environnant, en supposant qu'il presse plus librement et d'une manière plus complète sur la surface du vase A B (fig. 2, n°. 5 de l'Atlas),

qui ne contient la liqueur que par l'orifice supérieur du tuyau plongé D. On ne peut pas attribuer ces effets à la pression de l'air que nous respirons, puisque les mêmes phénomènes ont lieu dans le vuide de Boyle. Il faut donc que cela dépende d'un fluide beaucoup plus subtil, dont nous ne nions pas l'existence. Mais si cela venoit de l'inégalité de pression de ce fluide, les liqueurs devroient s'élever, 1°. proportionnellement à la longueur du tuyau; car, si ce fluide y trouvoit de la difficulté, il est certain qu'il en éprouveroit davantage dans un plus long que dans un plus court: cependant cela n'arrive pas. L'élévation de la liqueur dépend uniquement du diamètre intérieur du tuyau, et point de sa longueur; 2°. les liqueurs devroient s'élever en raison inverse de leurs densités: or il est prouvé par l'expérience que cela n'est pas; 3°. le mercure devroit s'élever dans tous les tuyaux capillaires, au-dessus de son niveau, de même que le font les liqueurs: ou bien il faudroit dire que, quand on présente le tuyau capillaire à du mercure, ce fluide presse plus librement par l'orifice supérieur du tuyau, que sur la surface du vase: ce qui seroit absurde; 4°. une preuve bien complète que ces effets ne dépendent point d'une pression plus ou moins libre, c'est que, si, au lieu de plonger le tuyau dans la liqueur, on en fait couler une goutte ou deux et selon la longueur du tuyau, dès qu'elle est parvenue à l'orifice inférieur, elle y remonte comme dans les au-

tres cas : cette première opinion n'est donc rien moins que satisfaisante.

La seconde classe comprend les opinions de ceux qui prétendent que la petite colonne de liqueur perd son poids par son adhérence au tuyau, ou par le frottement. Ces opinions sont si mal conçues qu'elles ne méritent pas qu'on y réponde. Il est certain, et l'expérience prouve que, pour que la liqueur monte dans le tuyau capillaire, il n'est point nécessaire de l'y plonger ; il suffit qu'il touche à la surface de la liqueur le plus légèrement possible ; alors la liqueur monte : il faut donc une cause qui la fasse monter. Nous avouons qu'on conçoit aisément comment une petite colonne de liqueur, une fois montée dans un tuyau capillaire, y pourroit être retenue par le frottement ou par son adhérence aux parois du tuyau ; mais on conçoit de même que ce frottement ou cette adhérence, au lieu de l'y faire monter, devroit l'empêcher.

La troisième classe comprend les opinions de ceux qui supposent que le tuyau, ayant plus de masse et de densité que la liqueur, l'attire plus puissamment qu'elle ne s'attire elle-même : voilà pourquoi, disent-ils, le mercure se tient dans les tuyaux capillaires au-dessous de son niveau, parce qu'il s'attire plus puissamment lui-même, qu'il n'est attiré par les tuyaux qui ont moins de densité que lui. Mais sur quoi est fondée cette supposition ? suivant quelles lois agit cette attraction ? Si ces

lois étoient les mêmes que celles de l'attraction générale, développées par Newton, 1°. les liqueurs devroient toujours être attirées en raison inverse de leurs masses, c'est-à-dire, que les moins denses devroient être plus fortement attirées que les plus denses, et par conséquent s'élever à une plus grande hauteur; or, c'est souvent le contraire; car, il y a des liqueurs plus denses qui s'élèvent beaucoup plus haut que d'autres liqueurs moins denses; 2°. l'attraction des tuyaux devroit être proportionnelle à leur masse : or, cela n'est pas; car, de quelque matière que soient faits plusieurs tuyaux, pourvu que le diamètre intérieur soit le même dans tous, la même liqueur s'y élevera à la même hauteur; 3°. les liqueurs devroient se tenir au-dessous de leur niveau, dans des tuyaux faits d'une matière moins dense qu'elles : car alors, suivant les lois de l'attraction, elles s'attireroient plus puissamment elles-mêmes, qu'elle ne seroient attirées par les tuyaux : or, le contraire arrive chaque jour. Les corps poreux, et qu'on doit regarder comme des assemblages de tuyaux capillaires, admettent dans leurs pores, et élèvent au-dessus de leur niveau, des liqueurs plus denses qu'eux-mêmes. De plus, le mercure, qui se tient au-dessous de son niveau dans un tuyau de verre, parce que le verre a, dit-on, une densité moindre que la sienne, devroit par la même raison se tenir au-dessous de leur niveau dans un tuyau d'étain qui n'a

guère que la moitié de la densité du mercure : or, le contraire arrive, comme nous l'avons éprouvé nous-mêmes; ayant plongé dans le mercure un petit tuyau d'étain, d'environ un quart de ligne de diamètre, nous avons vu le mercure s'y élever pour le moins jusqu'à son niveau : nous sommes persuadés qu'il s'éléveroit de même dans un tuyau d'or, d'argent ou de plomb ; il paroît donc qu'en général les liqueurs s'élèvent au-dessus de leur niveau, dans les tuyaux qu'elles peuvent mouiller, ou auxquels elles peuvent adhérer : voilà une des raisons pour lesquelles le mercure se tient au-dessous de son niveau dans les tuyaux de verre auxquels il n'adhère pas.

Est-ce que l'attraction, qu'on prétend être la cause des phénomènes des tuyaux capillaires, suivroit, sinon la raison des masses, du moins la raison des surfaces ? l'expérience prouve que non : car elle nous apprend que les liqueurs s'élèvent dans les tuyaux capillaires en raison inverse de leurs diamètres; c'est-à-dire que, si la colonne de liqueur élevée au-dessus de son niveau, est d'un pouce de haut dans un tuyau d'une ligne de diamètre, elle sera de deux pouces de haut dans un tuyau d'une demi-ligne, et ainsi des autres. Par conséquent, la surface intérieure du tuyau, touchée par la liqueur, est dans tous de la même étendue, puisque les circonférences sont en raison directe des diamètres. Cependant la quantité de liqueur élevée au-

dessus de son niveau, est, comme on le voit clairement, plus considérable dans les gros tuyaux que dans les petits, puisque les solidités sont comme les carrés des diamètres: la force attractive n'est donc pas proportionnelle à l'étendue des surfaces attirantes; ce qui devroit pourtant être, ou bien il faudroit dire que la même cause ne produit pas constamment le même effet; ce qu'on ne peut pas admettre.

M. Jurin, d'après les expériences à la vérité très-ingénieuses, mais qui, de son aveu même, ne sont point du tout concluantes, a cependant cru pouvoir conclure que l'attraction du tuyau n'agit que par le cercle annulaire de la surface intérieure. Voici ses expériences :

Expériences. Il a fait souder l'un à l'autre deux tuyaux capillaires A D et C B (fig. 3, n°. 5 de l'Atlas), dont le diamètre de l'un, C B, étoit beaucoup plus grand que celui de l'autre A D : supposons que, dans le gros, l'eau ne pût s'élever que de 6 lignes au-dessus de son niveau, et de deux pouces dans le petit : il a plongé l'eau dans le tuyau A B par le gros bout B, mais assez profondément pour faire arriver l'eau jusqu'en D, c'est-à-dire, de 2 ou 3 lignes dans le petit diamètre; alors il a pu relever le tuyau de 2 pouces hors de l'eau, sans que l'eau retombe, quoique la très-grande partie de cette colonne de deux pouces fût dans le gros tuyau; ensuite, il a plongé le

même tuyau par le petit bout G, de manière à faire arriver l'eau jusqu'en F, c'est-à dire, d'environ 2 lignes dans le gros diamètre ; alors il n'a pu relever le tuyau de plus de 6 lignes hors de l'eau, sans que l'eau retombât, quoique la plus grande partie de cette colonne de 6 lignes, fût dans le petit diamètre : d'où M. Jurin conclut que l'élévation de la liqueur ne dépend que de l'attraction du cercle annulaire de la surface intérieure du tuyau où se termine la colonne de liqueur, puisque cette élévation change avec le diamètre de cet anneau.

M. Jurin, ne tendant qu'à la connoissance de la vérité, ne dissimule rien de ce qui peut infirmer son opinion. La précédente expérience peut être faite de manière qu'elle prouve trop, et qu'elle devienne elle-même un nouveau phénomène qui exige une nouvelle explication.

Expérience. Au lieu du tuyau A B (fig. 3, n°. 5 de l'Atlas) il emploie un entonnoir I K L (fig. 4, n°. 5 de l'Atlas), qui peut avoir plusieurs pouces de largeur, et qui est terminé par un tuyau capillaire H. Supposons encore que le tuyau capillaire soit d'un diamètre tel que l'eau puisse s'y élever de deux pouces au-dessus de son niveau : si l'on plonge cet entonnoir renversé assez profondément pour que l'eau arrive dans le tuyau capillaire H, on pourra alors soulever l'entonnoir d'environ 2 pouces hors de l'eau, sans que l'eau retombe : si l'attraction

du cercle annulaire soutient la colonne H I, quelle est la cause qui soutient la grande quantité d'eau qui environne cette colonne ? On a répondu que cette masse d'eau étoit soutenue par l'attraction et l'adhérence de la partie concave L K de l'entonnoir.

Mais M. Jurin détruit encore cette explication par une nouvelle expérience.

Expérience. Il s'est servi d'un entonnoir qui avoit la forme de celui de la figure 4, et qui étoit aussi terminé par un tuyau capillaire. Il l'a plongé, mais de manière à ne le remplir que jusqu'à quelques lignes de la partie concave ; ensuite, avec le bout du doigt mouillé, il a introduit une goutte d'eau dans le tuyau capillaire : alors il a soulevé hors de l'eau une partie de l'entonnoir, telle qu'il y avoit au-dessus du niveau une colonne d'une hauteur égale à celle qu'auroit pu soutenir un tuyau capillaire du même diamètre que celui qui terminoit l'entonnoir : on ne peut pas dire, en pareil cas, que c'est l'adhérence de la partie concave de l'entonnoir qui soutient la colonne, puisqu'il n'y a pas de contact.

Si nous voulons être de bonne foi, nous avouerons ingénuement que nous ne sommes pas encore assez instruits sur les causes (car il y en a peut-être plusieurs qui agissent ensemble) de l'ascension des liqueurs au-dessus de leur niveau dans les tuyaux capillaires. Mais ce sont des faits constans qui peuvent servir à en expliquer d'autres ; comme la pe-

tanteur, dont la cause ne nous est pas bien connue, sert à expliquer beaucoup de phénomènes. L'élévation des liqueurs dans les tuyaux capillaires nous explique pourquoi une bûche de bout se trouve humide jusqu'au haut, quoiqu'elle ne soit qu'en partie plongée dans l'eau. Cela nous explique comment la séve s'élève depuis les racines jusqu'aux extrémités des branches d'un arbre : dans l'un et l'autre il y a une grande quantité de tuyaux capillaires ; le corps humain, ainsi que celui des animaux, est une machine hydraulique, et dans le nombre presqu'infini de tuyaux qui le composent, celui des capillaires est sans comparaison le plus grand. Il n'est donc pas étonnant que les fluides passent si promptement et si aisément d'un endroit à l'autre ; il y a une grande quantité d'autres phénomènes qui ne sont que des dépendances de ceux des tuyaux capillaires.

CHAPITRE V.

Des Pompes.

Ce qui est relatif à la construction et au jeu des pompes, n'ayant pas été assez détaillé dans le premier volume de ce recueil, nous allons le développer ici.

Les pompes sont des machines hydrauliques destinées à élever de l'eau ; elles sont composées

composées de cylindres creux A B (fig. 5, n°. 5 de l'Atlas), ou E F (fig. 7), intérieurement bien alaisés, et d'un diamètre bien égal dans toute leur longueur, qu'on appèle *corps de pompe*, dans lesquels on fait glisser un bouchon I, appelé *piston*, que l'on met en jeu par le moyen d'une tige de métal XX, à l'extrémité X de laquelle on adapte le moteur, à l'aide d'un levier X Y ou de quelqu'autre machine: à cela, on joint un tuyau montant A T (fig. 6), pour conduire l'eau à la hauteur qu'on désire; et enfin des élapets ou soupapes S S. Il y a plusieurs espèces de pompes; les unes sont foulantes; les autres sont aspirantes: il y en a qui sont tout à-la-fois aspirantes et foulantes.

Il y a deux manières de construire les pompes foulantes: dans les unes (fig. 5), la colonne d'eau qu'on élève, repose sur le piston que l'on tire; dans les autres (fig. 6), la colonne d'eau résiste au piston que l'on pousse: les premières peuvent être appelées *pompes foulantes soulevantes*, et les secondes *pompes foulantes repoussantes*.

La pompe foulante soulevante (fig. 5, n°. 5 de l'Atlas) est composée d'un corps de pompe A B, à la partie inférieure duquel est place un bout de tuyau B N, ouvert par le bas, ou mieux encore percé de trous dans toute sa longueur, de manière que les ordures grossières ne puissent arriver jusqu'au corps-de-pompe. A la réunion de ce bout du tuyau avec le corps-de-

pompe, est une soupape S, qui, en se soulevant, permet à l'eau d'entrer dans le corps-de-pompe, mais qui ensuite, en s'abaissant, ne lui permet pas d'en sortir. Dans ce corps de pompe est un piston I, percé de part en part, garni dans sa partie supérieure d'une soupape S, et surmonté d'une fourchette X, par laquelle il est joint, au moyen d'une tête fendue comme celle d'un compas, à la tête X X qui le met en jeu, à l'aide du levier du premier genre. A la partie supérieure A du corps de pompe, est adapté le tuyau montant A T, qui a son tuyau de décharge en T : cette pompe doit être assujétie d'une manière quelconque dans le puits ou bassin, de façon que le corps de pompe A B soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau A A. Maintenant, si l'on soulève le piston I, en abaissant l'extrémité du levier, ce piston s'élevera dans le corps de pompe A B d'une quantité égale à X U; pendant lequel tems, la soupape S se soulevant, l'eau passera du bassin dans la pompe par la pression de l'eau extérieure : qu'on abaisse ensuite le piston, cette pression fait fermer la soupape S, et soulever la soupape S; par-là, l'eau, qui étoit au-dessous du piston, se trouve par dessus, et presse la soupape S contre son trou; ce qui l'empêche de repasser par dessous, lorsqu'on soulève de nouveau le piston : un second coup de piston élevera donc cette quantité d'eau, et permettra, par le même mécanisme, à une nouvelle quantité de

passer dans la pompe, et ensuite au-dessus du piston, comme a fait la première ; de sorte que, par un certain nombre de coups de piston, on parviendra à remplir le tuyau montant A T. Alors il sortira à chaque coup de piston, par le tuyau de décharge T, une masse d'eau égale à un cylindre qui aura pour bâse la largeur du piston, et pour longueur le chemin que le piston parcourra dans le corps de pompe : c'est ce piston parcouru qu'on appèle *jeu du piston.*

Il est aisé de savoir quel est le poids de la colonne d'eau dont le piston est chargé, lorsque le tuyau montant est plein ; et en conséquence quelle est la force qu'il faut faire agir pour faire jouer la pompe. Il est prouvé que les liqueurs pèsent en raison de leur hauteur perpendiculaire et de la largeur de la bâse qui s'oppose à leur chute. Dans une pompe, cette bâse est le piston, et la hauteur perpendiculaire est celle du tuyau montant au-dessus de la surface d'eau : ainsi, quand le tuyau montant est plein, la charge sur le piston est égale au poids d'un cylindre d'eau, qui auroit pour diamètre celui du piston ; et pour hauteur, celle du tuyau montant au-dessus de la surface de l'eau, quelque soit le diamètre du tuyau montant : ce qui est aisé à calculer, lorsqu'on sait qu'un cylindre d'eau d'un pied de diamètre et d'un pied de haut, pèse 55 livres.

Il suit de-là qu'on ne diminue point le poids de la colonne, en diminuant le diamètre du

tuyau montant : on augmente même par-là la résistance qu'il faut vaincre, à cause de l'augmentation des frottemens qui sont plus considérables dans les petits tuyaux que dans les gros ; parce que les surfaces relatives augmentent, comme les diamètres diminuent : aussi, si ce n'étoit pas pour épargner la dépense, on auroit grand tort de faire, comme cela est cependant d'usage, les tuyaux montans plus petits que le corps de pompe. Il vaudroit mieux leur donner un diamètre un peu plus grand que celui du corps de pompe : alors la colonne d'eau qu'on élève, glisseroit dans un tuyau d'eau, et n'éprouveroit par conséquent que des frottemens de la seconde espèce.

La pompe foulante repoussante est composée d'un corps de pompe C D (fig. 6, n°. 5 de l'Atlas) tout-à fait fermé par le bas, entièrement ouvert par le haut, et dans lequel est un piston K, qui ne diffère de celui de la précédente pompe, qu'en ce que sa soupape S est placée à sa partie inférieure. Ce piston, ainsi que celui de la pompe précédente, se met en jeu à l'aide d'un levier, mais du second genre. Son tuyau montant D O, est placé à côté du corps de pompe avec lequel il communique, et est garni d'une soupape S dans sa partie inférieure, et d'un tuyau de décharge O à sa partie supérieure : cette pompe, ou la précédente, doit être assujétie dans le puits ou bassin, de façon que le corps de pompe G D soit tout entier au-dessus de la surface A A.

L'eau remplit le corps de pompe, en tombant par l'ouverture C, et passant au travers du piston K, dont la soupape S, vu sa position, se trouve naturellement ouverte. Si l'on vient à abaisser le piston K, en amenant le levier Y X Z dans la situation X U Z, la résistance de l'eau contre la soupape S la ferme aussitôt : cette eau ne pouvant donc pas repasser au-dessus du piston, est obligée d'enfiler le tuyau montant D O, et soulevant la soupape S, se ferme par la pression de l'eau qui est au-dessus ; et la soupape S s'ouvre, en retombant par son propre poids : il passe dans une nouvelle masse d'eau au-dessus du piston, qui, par un second abaissement du même piston, est contrainte de passer, comme la première, dans le tuyau montant; de sorte que, par un certain nombre de coups de piston, on parvient à remplir le tuyau D O: Alors, tout se passe comme dans la précédente pompe. Si, dans l'une et dans l'autre, le piston est de même diamètre, et si les tuyaux montans sont de la même hauteur perpendiculaire, les poids des deux colonnes d'eau sont égaux; et ces deux pompes exigent la même force motrice, pour être mises en jeu; car, dans ce cas-là, c'est la même chose, quant à cette force, ou qu'elle ait à pousser la colonne d'eau avec le piston.

La pompe aspirante (fig. 7, n°. 5 de l'Atlas) est composée d'un corps de pompe E F ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel

est adapté le tuyau d'aspiration F P : à la réunion de ce tuyau avec le corps de pompe, est une soupape S, destinée à permettre, en se soulevant, à l'eau d'entrer, du tuyau d'aspiration P F, dans le corps de pompe F E; et à l'empêcher, en s'abaissant, d'en sortir par la même voie. Dans le corps de pompe, est un piston L, tout-à-fait pareil à celui I (figure 5) de la première espèce de pompe foulante, dont nous avons parlé ci-dessus, et qui se met en jeu de la même façon, et à l'aide d'un levier X Z Y (fig. 7, n°. 5 de l'Atlas) du même genre : cette pompe doit être assujétie de façon qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration P F qui plonge dans l'eau.

Dans le moment de l'inaction de la pompe, les deux soupapes S et *s* sont naturellement fermées par leur propre poids : si l'on vient à soulever le piston L, en amenant le levier X Z Y dans la situation U Z Y, on soulève la colonne d'air qui repose dessus ; et l'air qui est renfermé dans le tuyau d'aspiration, depuis la surface de l'eau *a* jusqu'au piston, ayant alors plus de place à occuper, devient plus rare que l'air extérieur : ce dernier presse donc avec avantage sur la surface de l'eau *a*, et l'oblige à monter dans le tuyau d'aspiration, jusqu'à ce que l'air intérieur ait repris sa première densité, en occupant moins de place ; de sorte, qu'après quelques coups de piston, l'eau arrive au corps de pompe, et passe au

travers du piston, en soulevant les soupapes *s* et S, l'une après l'autre; lequel piston, en s'élevant, oblige l'eau de s'échapper par le tuyau de decharge E.

Comme c'est la pression de l'air qui fait monter l'eau dans cette pompe, et que cette pression ne peut soutenir une colonne d'eau que d'environ 32 pieds, il est clair que le tuyau d'aspiration ne doit pas avoir plus de longueur; dans l'usage ordinaire, on ne lui donne pas même 32 pieds. Pour que la pression de l'air pût soutenir une colonne d'eau de cette hauteur, il faudroit 1°. que la pompe aspirante fût faite avec la plus grande exactitude, et demeurât toujours telle; 2°. qu'elle fût placée au niveau de la mer, ou à-peu-près, parce que c'est-là, où la pression de l'air est la plus forte; 3°. que la pression de l'air ne variât point: or, le plus souvent ces données n'ont pas lieu. On se contente donc assez ordinairement de donner au tuyau d'aspiration 23 ou 24 pieds. Si l'on a à élever l'eau à une grande hauteur, il faut se servir de la pompe foulante: il est vrai que l'usage de cette dernière est sujet à bien des inconvéniens; on est obligé de placer son corps de pompe dans le puits ou dans le bassin; et lorsqu'il y a à le travailler, ce qui n'arrive que trop souvent, il faut de deux choses l'une, ou vider le puits ou le bassin, ou en retirer le corps de pompe; ce qui est très-incommode et très-couteux: pour éviter ces incon-

véniens, ce qu'il y a à faire de mieux en pareil cas, c'est de rendre la pompe tout à-la-fois aspirante et foulante, comme on le verra ci-après.

En 1766, on prétendit qu'on avoit fait, à Séville en Espagne, une pompe simplement aspirante, qui élevoit l'eau à 60 pieds. On conclut en conséquence, que jusqu'alors on s'étoit lourdement trompé, en disant que la pression de l'air ne pouvoit soutenir une colonne d'eau que de 32 pieds: voyons jusqu'à quel point cette prétention étoit fondée. Un ferblantier, peu instruit, construisit effectivement à Séville une pompe aspirante, au tuyau d'aspiration de laquelle il donna 60 pieds de longueur, parce qu'il avoit besoin d'élever l'eau à cette hauteur: sa pompe en place, il la mit en jeu, et ne put jamais parvenir à faire arriver l'eau au corps de pompe: soit impatience ou colère, il donna un coup de hache, et fit une petite ouverture au tuyau d'aspiration, à environ dix pieds au-dessus de la surface de l'eau; aussitôt il arriva une petite portion d'eau au corps de pompe: c'est d'après ce procédé, qu'on a prétendu avoir fait une pompe aspirante qui élevoit l'eau à 60 pieds. Le lecteur peut juger cette prétention.

Supposons donc que le tuyau d'aspiration P F A, depuis *a* surface de l'eau du bassin, jusqu'en F, 60 pieds de hauteur, et qu'après un certain nombre de coups de piston, on est parvenu à faire monter l'eau jusqu'en C à 32

pieds de hauteur: si l'on fait alors un petit trou en *b*, à 10 pieds au-dessus de la surface de l'eau, l'air qui entre par ce petit trou, et qui exerce sa pression en toutes sortes de sens, fait tomber dans le bassin la colonne d'eau de dix pieds, qui est au-dessous de *b*; et la pression que l'air exerce en *b* de bas en haut, n'a plus affaire qu'à une colonne d'eau de 22 pieds; elle pourroit donc porter cette colonne, non pas seulement à 60 pieds, mais à plus de 8000 pieds de hauteur: car l'air, pris vers la surface de la terre, est plus de 800 fois moins dense que l'eau; et en supposant (ce qui n'est pas) que sa densité ne fût pas en diminuant, à mesure qu'on s'élève, les 10 pieds d'eau retranchés équivaudroient donc à plus de 8000 pieds d'air. La colonne d'air qui presseroit en *b* seroit donc trop forte de plus de 8000 pieds; ainsi les 22 pieds d'eau restans ne seroient en équilibre avec la colonne d'air, qu'après être montés à plus de 8000 pieds. Pour avoir une seconde portion d'eau avec une pareille pompe, il faudroit commencer par boucher le trou qu'on auroit fait en *b*; ensuite donner plusieurs coups de piston, pour élever l'eau jusqu'en *c*; et enfin venir rouvrir le trou en *b*. Regardera-t-on ce procédé comme bien simple? et, pour avoir une si petite quantité d'eau, encore faudroit-il que le tuyau d'aspiration fût d'un petit diamètre; sans quoi la colonne d'eau se déchireroit; l'air passeroit au travers, et il ne passeroit pas une goutte d'eau au corps de

pompe. Pour annoncer fausse une opinion universellement reçue, il faut, pour le moins, y regarder à-la-fois.

Fort peu de tems après, Bellangé, orfévre-bijoutier, imita la pompe de Séville, et lui donna de plus la propriété de fournir de l'eau à 55 pieds de hauteur par un jet contenu, quoiqu'elle ne fût que simplement aspirante. Voici comment il s'y prit. A un petit corps de pompe de 25 lignes de diamètre intérieur, et dont le piston avoit 8 pouces de jeu, il adapta un tuyau d'aspiration de 10 lignes de diamètre et de 56 pieds de longueur : ce tuyau étoit garni d'une soupape à sa jonction avec le corps de pompe, et d'une autre à son extrémité inférieure. Cette extrémité plongeoit dans un tonneau plein d'eau. Bellangé avoit fait à ce tuyau un petit trou d'environ $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre, à 12 ou 15 pouces au-dessus de la surface de l'eau du tonneau : le tout ainsi disposé, s'il faisoit mouvoir le piston lentement, il ne montoit point d'eau ; le petit trou fournissoit assez d'air pour remplir le tuyau d'aspiration ; mais, s'il faisoit jouer le piston avec beaucoup de vîtesse, le petit trou ne pouvant pas, en si peu de tems, fournir assez d'air pour remplir le tuyau, il montoit un peu d'eau qui se mêloit à l'air, de sorte que la colonne se trouvoit composée de petits cylindres alternativement d'air et d'eau, etc. ; et, quoiqu'elle eût 55 pieds de hauteur, il s'en faut beaucoup qu'elle pesât autant que pè-

roit une colonne d'eau continue de 32 pieds de haut : aussi, ayant calculé d'après le diamètre du corps de pompe, et l'étendue du jeu du piston, la quantité d'eau que cette pompe d'eau auroit dû fournir, s'il n'étoit point passé d'air, et ayant comparé cette quantité à celle qu'elle nous fournit réellement, nous trouvâmes cette dernière de beaucoup inférieure : car, en 6 minutes de tems, on donna 530 coups de piston, qui ne fournirent que 36 pintes d'eau ; ils en auroient dû fournir plus de 292 pintes : cette pompe ne nous fournit donc pas la huitième partie de l'eau qu'elle auroit dû nous fournir. Ainsi, quoiqu'elle paroisse mieux conçue, elle ne vaut pas mieux que celle de Séville.

La pompe aspirante et foulante est composée d'un corps de pompe G H (figure VIII) ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration H V : à la réunion de ce tuyau avec le corps de pompe, est une soupape S, destinée au même, que dans la pompe simplement aspirante. Dans le corps de pompe est un piston M, non pas percé comme les précédens, mais plein, et qui est mis en jeu à l'aide de la tige x X, et d'un levier Y X Z du second genre, qui a son point d'appui en Z. A côté du corps de pompe, et vers le bas, est adapté un tuyau montant H R, garni d'une soupape S dans sa partie inférieure, et d'un tuyau de décharge R dans sa partie supérieure : cette pompe doit être assu-

jétie de façon qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration H V qui plonge dans l'eau.

Il est aisé de voir que la première action de cette pompe est d'être aspirante, comme celle dont nous avons parlé ci-dessus : car, si l'on soulève le piston M, en amenant le levier Y X Z dans la situation Y U Z, on soulève la colonne d'air qui repose dessus : l'air qui est dans le tuyau d'aspiration, devient par-là plus rare que l'air extérieur : ce dernier presse donc avec avantage sur la surface de l'eau A A, et la porte, après quelques coups de piston, jusques dans le corps de pompe. Arrivée là, si l'on abaisse le piston M, la soupape S se ferme, et l'eau est contrainte d'enfiler le tuyau montant H R, en soulevant la soupape ; laquelle, sitôt que la pression cesse, retombe par son poids et celui de l'eau qui est au-dessus : on voit donc que le piston aspire en montant, et foule en descendant.

Cette pompe est très-commode, en ce que son corps de pompe, étant placé hors de l'eau, on peut y faire aisément les réparations nécessaires ; et, en ce qu'on peut, par son moyen, porter l'eau à telle hauteur que l'on veut ; il ne s'agit, pour cela, que de donner plus de longueur au tuyau montant, et augmenter la force qui doit mettre la pompe en jeu.

On peut mettre dans le genre de la précédente la pompe d'incendie, qui, non-seulement est tout à-la-fois aspirante et foulante, mais

dont le jet est continu, quoiqu'elle n'ait qu'un corps. Cette pompe est, pour l'essentiel, composée comme la pompe aspirante et foulante (figure 8, n°. 6 de l'Atlas) dont nous venons de parler; avec cette différence, que son tuyau d'aspiration est beaucoup plus court; et, qu'au lieu de tuyau montant solide, elle porte un tuyau de cuir, auquel on donne une longueur convenable : cette pompe (figure IX) est donc composée d'un corps de pompe G H, ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration H T : à la réunion de ce tuyau avec le corps de pompe, est une soupape S, destinée à empêcher que l'eau, une fois passée dans le corps de pompe, retourne dans le bassin. Dans ce corps de pompe est un piston M, non pas percé, mais plein, et qui est mis en jeu à l'aide de la tige de métal x X, et d'un levier du second genre Y X Z, qui a son point d'appui en Z. Vers le bas du corps de pompe, et sur le côté, est un trou C, que l'on recouvre d'un clapet *c l*, dont la queue *c* est à ressort, et attachée avec une petite vis : ce clapet est destiné à empêcher que l'eau, sortie du corps de pompe, puisse y rentrer, lorsqu'on soulève le piston M. Le corps de pompe G H est enveloppé de toutes parts d'un tuyau A B D E, d'un diamètre de deux ou trois pouces plus grand que celui du corps de pompe; et l'intervalle qui demeure entre l'un et l'autre est rempli d'air : à la partie inférieure de ce

tuyau, et sur le côté, est adapté un autre petit tuyau coudé C R, garni à son bout R d'une soupape S, et d'une virole à vis, destinée à recevoir un écrou, par le moyen duquel on joint, à ce bout de tuyau, le tuyau de cuir dont nous avons parlé ci-dessus, et qui tient lieu de tuyau montant. Tout cet assemblage est placé, comme on le voit, en P (figure X), sur une caisse N O, doublée de plomb, et serrée de haut en bas entre le couvercle L de la caisse, et une traverse Q, au travers de laquelle passe le bout supérieur F (fig. 9, n°. 6 de l'Atlas) du corps de pompe, qui pour cela est d'un plus petit diamètre que le reste. Le couvercle L (figure 10) de la caisse est aussi percé à son milieu, pour laisser passer le tuyau d'aspiration H T (fig. 9, n°. 6 de l'Atlas).

On voit maintenant que, si on soulève le piston M, en amenant le levier Y X Z dans la situation T U Z, la soupape S et le clapet C, placé en C, se trouvent serrés contre leurs trous, par la pression de l'air extérieur : cette même pression, agissant sur la surface de l'eau V V, l'oblige de passer dans les corps de pompe, en soulevant la soupape S : la pompe est donc alors aspirante. Mais, lorsqu'on abaisse le piston M, la pression que cela cause ferme la soupape S, et ouvre le clapet qui est en C. L'eau passe donc alors, non-seulement dans le tuyau de cuir A B D (voyez le n°. 6 de l'Atlas, fig. 10) en soulevant la soupape S (voyez le n°. 6 de l'Atlas fig. 9), mais encore dans l'in-

tervalle qui se trouve entre le corps de pompe, et le tuyau qui l'enveloppe, en montant vers I K, et Y comprimant l'air qui y est renfermé. Sitôt qu'on soulève de nouveau le piston M, cet air n'étant plus soumis à la pression qu'il éprouvoit, se développe par son ressort, agit sur l'eau qui est entre le corps de pompe et le tuyau qui l'enveloppe, et la pousse dans le tuyau de cuir : de sorte que, lorsqu'on abaisse le piston, l'eau est poussée par le ressort de l'air ; ce qui rend le jet continu, quoiqu'il n'y ait qu'un corps de pompe.

La continuité du jet est nécessaire dans les incendies : on l'obtient avec cette pompe, en employant le ressort de l'air dans le moment où l'on soulève le piston. Il est vrai qu'il faut alors, pour faire jouer la pompe, une force double ; savoir, une force capable de pousser la colonne d'eau, et une force pareille pour comprimer l'air. Mais ce n'est point un inconvénient ; car, dans le cas d'incendie, on manque rarement de bras ; il n'y en a souvent que trop.

On emploie, pour mouvoir les pompes, toutes sortes d'agens, comme des hommes, des chevaux, des courans d'eau, l'action du vent, etc. Les petites machines de ce genre, telles que les pompes à puits ou à incendies, sont ordinairement mûes à bras d'hommes. Lorsqu'on a à élever une quantité considérable d'eau, on augmente à proportion la force motrice ; et, pour qu'elle exerce continuellement le même effort, du moins à-peu-près, sans

rester jamais oisive, on établit plusieurs équipages de pompe ; de manière que, lorsqu'une partie des pistons descend, l'autre monte : c'est ainsi qu'on l'a pratiqué à la machine de Marly.

Tout le jeu de ces machines dépend de la régularité du mouvement alternatif des soupapes ou des clapets : il faut donc que ces pièces soient tellement construites et disposées, qu'elles tiennent bien l'eau, quand elles sont fermées, et qu'elles s'ouvrent facilement, quand elles doivent le faire.

On emploie aussi quelquefois, pour mettre des pompes en jeu, l'action de l'eau réduite en vapeur par l'action du feu ; et c'est ce qu'on appèle *pompes à feu*, qui sont des machines hydrauliques propres à élever une grande quantité d'eau à une grande hauteur : nous en parlerons, lorsque nous traiterons l'eau comme vapeur : nous ferons voir les efforts énormes dont est capable ce fluide élastique.

Résumé de toutes les lois du mouvement relativement aux Corps solides.

Lois du Mouvement.

1°. Tout corps qui est une fois mis en mouvement, doit continuer de se mouvoir dans la direction et avec le degré de vîtesse qu'il a reçu, si son état n'est changé par quelque cause nouvelle.

2°. Les changemens qui arrivent au mouvement

vement d'un corps, sont toujours proportionnés à la cause qui les produit;

3°. La réaction est toujours égale à l'action ou à la compression.

Lois du Mouvement composé.

Les lois du mouvement composé, qui est celui d'un corps mû par plusieurs puissances, peuvent toutes se rapporter à une seule, et dont elles ne sont que des conséquences.

Loi du Mouvement composé.

Quand un corps est sollicité au mouvement par plusieurs puissances qui agissent en même tems et selon différentes directions, où il demeure en équilibre, ou bien il prend un mouvement qui suit le rapport des puissances entr'elles pour la vîtesse; et il reçoit une direction moyenne entre celles des puissances auxquelles il obéit.

Avant de quitter entièrement l'article des fluides, dont nous avons parlé ci-dessus, il faut dire ici un mot des fluides élastiques ou aëriformes, parce qu'ils ont, comme fluides, toutes les propriétés de ces sortes de substances; et on peut leur appliquer tout ce que nous avons dit jusqu'ici sur l'équilibre des fluides; mais ils ont de plus d'autres propriétés particulières dépendantes de leur vertu élastique, ou de cette faculté par laquelle ils diminuent, ou aug-

mentent de volume, selon qu'ils sont plus ou moins comprimés. L'air dont nous donnerons ci-après l'analyse, est de tous les fluides élastiques, le plus connu, le plus répandu, et l'agent le plus universel de la nature : c'est de sa pression et de son équilibre que nous allons nous occuper ; et il sera aisé d'appliquer la même théorie aux autres espèces de fluides élastiques.

L'air est un fluide pesant, et qui exerce sa pression dans tous les sens, à la manière des autres fluides, ou liqueurs. Quoique la pesanteur ne soit pas un attribut essentiel à la matière, et que nous puissions la concevoir sans cette tendance vers le centre de la terre, cependant nous ne connoissons aucune substance sublunaire qui ne soit pesante ; et nous n'avons point raison d'excepter l'air de la loi commune à tous les corps sublunaires. Cependant les anciens philosophes ne connoissoient point la pesanteur de l'air : ils admettoient dans la nature deux sortes de corps ; les pesans, tels que la pierre, le métal, etc. et les corps plus légers, tels que l'air, la flamme, etc. Ils pensoient donc que l'air étoit doué d'une légèreté absolue ; et tous les effets qui ont sa pesanteur pour cause, étoient attribués à l'horreur que la nature avoit, selon eux, pour le vide. Cette légèreté de l'air a eu un règne très-long ; il n'y a pas encore cent cinquante ans qu'on est convaincu de sa pesanteur. Les fontainiers de Cosme de Médicis, grand-duc

de Florence, désirant faire monter l'eau à 50 ou 60 pieds par le moyen d'une pompe aspirante, s'apperçurent que l'eau ne montoit qu'à une certaine hauteur, passé laquelle, la nature, par le vide qui s'y trouvoit, étoit réconciliée avec lui, ou du moins souffroit sans se plaindre, cette défectuosité : ce caprice de la part de la nature fut communiqué par ces fontainiers à *Galilée*, qui y fit attention, quoique jusqu'alors il se fut payé, comme les autres, de l'horreur du vide, n'en ayant point apperçu les bornes : il s'assura donc par des preuves réitérées, que l'eau ne montoit qu'à 32 pieds dans les pompes aspirantes, et que le reste du tuyau, s'il étoit plus long, demeuroit vide : il ne lui en fallut pas davantage pour se révolter contre la prétendue horreur du vide ; et, bien loin de penser qu'elle avoit ses limites au-delà desquelles elle se tournoit en indifférence, il commença à croire que ces sortes de phénomènes avoient une cause physique bien différente de ce qu'on avoit imaginé jusqu'alors pour les expliquer. Ce qu'il avoit soupçonné, Toricelli, son disciple, le mit en évidence. Il fit voir le premier, en 1645, qu'une colonne d'air, prise dans l'atmosphère, se met en équilibre avec une colonne d'un autre fluide, qui a la même bâse ; et, afin de n'avoir pas besoin d'un long tuyau, au lieu d'eau, il se servit de mercure : il prit donc un tube de verre d'environ 3 pieds de long, de 2 à 3 lignes de diamètre, hermétiquement

fermé par un bout, et ouvert par l'autre. Il le remplit de mercure bien net; et ayant bouché l'orifice avec le doigt, il renversa le tube, et plaça ce bout ouvert dans un vase plein du même mercure; il n'eut pas plutôt retiré son doigt, que la colonne de mercure, qui avoit environ 36 pouces de long, se réduisit à la longueur d'environ 28 pouces. Si l'on compare maintenant l'expérience de Galilée à celle de Toricelli, on verra que les colonnes des fluides élevés ainsi au-dessus de leur niveau, diminuent de longueur comme leurs densités augmentent: on verra que la cause qui élève l'eau à 32 pieds, ne peut soutenir le mercure qu'à 28 pouces. Quand on sait d'ailleurs que ces deux colonnes, si différentes en longueur, ont des poids parfaitement égaux, n'est-on pas forcé de reconnoître que cet effet est celui d'un équilibre? et quelle est la puissance qui peut faire équilibre à ces colonnes suspendues, si ce n'est l'air qui presse par son poids sur les réservoirs? C'est aussi le jugement qu'en porta Toricelli, et qu'en portèrent, après lui, presque tous les physiciens.

Paschal ajouta encore aux preuves de Toricelli: voici le raisonnement qu'il fit. « Si l'air est la cause de ce phénomène, c'est parce qu'il est pesant et fluide: sa pression doit donc se faire comme celle des liqueurs; elle doit diminuer ou augmenter selon sa hauteur; et les colonnes des liqueurs avec lesquelles on le mettra en équilibre, seront toujours plus ou

moins denses ». Il suit de là que les colonnes d'air doivent faire une pression d'autant plus grande, et soutenir les liqueurs d'autant plus haut, qu'elles ont plus de longueur : or, elles en ont plus au bas d'une montagne, et elles en ont moins à son sommet. Paschal engagea donc M. Périer, son beau-frère, qui étoit alors à Clermont en Auvergne, à profiter de l'élévation de la montagne connue sous le nom de *Puy-de-Dôme*, pour faire l'expérience suivante :

Expérience. M. Périer plaça le tube de *Toricelli* sur une planche graduée en pouces et en lignes; et, ayant remarqué à quelle hauteur le mercure étoit soutenu dans ce tube au pied du Puy-de-Dôme, il observa qu'il baissoit de plus en plus à mesure qu'il s'avançoit vers le haut de la montagne; et qu'au contraire il remontoit, et suivant les mêmes proportions, à mesure qu'il descendoit vers la ville : la différence se trouva être de 3 pouces 1 ligne. Cette expérience imaginée par Paschal, et répétée plusieurs fois, a toujours donné le même résultat; d'où l'on a conclu que le mercure se soutenoit au-dessus de son niveau dans le tube de Toricelli, par la pression de l'air sur le réservoir ; puisqu'on voyoit baisser le mercure dans le tube, lorsque la colonne d'air, qui répondoit à ce réservoir, devenoit moins longue. Ces expériences, en prouvant invinciblement la pesanteur de l'air, restituèrent authentiquement à ce fluide un très-grand nombre

d'effets naturels, qu'on avoit attribués jusqu'alors à une cause purement chimérique.

Paschal repéta ensuite la même expérience, avec de l'eau, du vin, de l'huile, etc. et les hauteurs de ces liqueurs se trouvèrent toujours proportionnelles à leurs densités ; preuve évidente qu'elles se mettoient en équilibre avec un poids qui ne pouvoit être que celui de l'air.

Plusieurs physiciens s'étant procuré un tube de Toricelli, placé, à la manière de M. Périer, sur une échelle graduée en pouces et en lignes, ne manquèrent pas de le visiter souvent ; ce qui fit remarquer les variations qui arrivent à la hauteur du mercure dans le tube.

On conclut de-là que la pression de l'air, qui est la cause de la suspension de la colonne de mercure, est tantôt plus et tantôt moins grande, et agit par conséquent plus ou moins fortement sur nos corps. En conséquence, on pensa dès lors à faire du tube de Toricelli un nouvel instrument météorologique qui est celui que nous appelons aujourd'hui *baromètre*.

L'air agit de deux manières sur cet instrument, par son poids et par son ressort : la variation de sa pression sur le réservoir du baromètre, est donc produite par deux causes ; savoir : par la variation de son poids et par celle de son ressort ; son poids par la variation de sa densité, et par le plus ou le moins de chaleur dont il est affecté : la plupart des substances étrangères qui ne font que se mêler à

l'air sous la forme de fluides élastiques, diminuent le poids de la colonne d'air, parce qu'elles sont plus légères que lui; mais celles de ces substances qui sont dissoutes dans l'air, ajoutent à sa densité, et par conséquent à son poids, de même que du sel dissous dans l'eau augmente son poids et sa densité. A l'égard du ressort de l'air, la chaleur qui l'augmente, diminue en même tems sa densité, en le raréfiant; et il arrive quelquefois que l'un compense l'autre. Mais, comme l'augmentation du ressort de l'air par la chaleur est proportionnelle à la force qui le comprime dans le moment où il est échauffé, il se peut faire que cette compensation n'ait pas lieu. Alors, de ces effets, on n'apperçoit que du plus fort sur le plus foible.

Le baromètre a encore une autre propriété, qui ne le rend pas moins recommandable : il annonce d'avance les changemens de tems, sur-tout quand ils doivent être considérables. D'après toutes les observations qu'on a faites sur le baromètre, il paroît assez constant, 1°. que la hauteur moyenne du mercure est en France de 27 ½ pouces; 2°. que les variations de cette hauteur ne s'étendent guère au-delà de 3 pouces, c'est-à-dire, que son plus grand abaissement est à 26 pouces, et sa plus grande élévation à 29; 3°. que ces variations sont moins grandes vers l'équateur, et qu'elles sont plus grandes vers les climats septentrionaux; 4°. que, lorsque le mercure baisse dans le ba-

romètre, à quelque hauteur qu'il soit alors, il annonce de la pluie ou du vent, ou en général ce qu'on appèle mauvais tems ; 5°. qu'au contraire, lorsqu'il monte, ne fut-il qu'à 26 pouces lors de son ascension, il annonce le beau tems ; 6°. que ces prédictions manquent quelquefois, sur-tout si les variations de hauteur du mercure se font lentement et d'une petite quantité ; 7°. qu'au contraire elles sont presque infaillibles, quand le mercure monte ou descend d'une quantité considérable en peu de tems, comme, par exemple, de trois ou quatre lignes en quelques heures.

Il est bien clair qu'une plus grande élevation du mercure dans le baromètre, dénote une plus grande pression de la part de l'air ; mais il reste à savoir quelle affinité il y a entre cette pression plus ou moins grande, et le changement de tems, qui n'arrive quelquefois que dix ou douze heures après : c'est ce que nous allons tâcher d'expliquer. La pression que l'air exerce sur le réservoir du baromètre vient de son poids et de son ressort ; or, ces deux choses peuvent varier comme nous venons de le prouver, et en conséquence la pression qu'elles produisent. Toutes les fois que l'air dissoudra une grande quantité d'eau, sa pesanteur spécifique en sera augmentée ; la colonne d'air, qui repose sur le réservoir du baromètre, en deviendra plus pesante, et le mercure remontera : si la dissolution n'est pas parfaite, la transparence de l'air sera troublée ;

cela produira des brouillards qui ne manquent guère de faire baisser le baromètre ; mais, si la dissolution devient parfaite, la transparence de l'air sera complète ; le beau tems renaîtra ; ce qu'annonce le mercure du baromètre par son ascension. Lorsque quelques causes détermineront cette eau dissoute à se précipiter, et à descendre dans la région basse de l'atmosphère, avant qu'elle soit assez condensée pour se ramasser en gouttes, et former de la pluie, il y en aura déja une partie qui sera arrivée jusqu'à la surface de la terre : la preuve de cela, c'est que, lorsque le tems se prépare à la pluie, tous les corps qui ne sont pas susceptibles d'être pénétrés par l'eau, tels que les rampes de fer, les pierres dures, etc. se trouvent humides. La colonne d'air, qui presse sur le réservoir du baromètre, deviendra donc moins pesante, par la perte de cette portion d'eau, arrivée déja jusqu'à terre ; et le baromètre descendra et annoncera la pluie qui surviendra peu de tems après, étant formée par le reste de l'eau qui aura eu le tems de se ramasser en gouttes.

Il y a, nous l'avouons, des observations qui semblent contredire l'explication que nous venons de donner : il arrive quelquefois que le baromètre remonte, même pendant la pluie, pendant que l'air se décharge de l'eau qu'il tenoit en dissolution : de même, il arrive souvent, et nous l'avons observé plusieurs fois, sur-tout en hiver, que, pendant des mois

entiers, toutes les fois qu'il descend, le beau tems renaît : nous pensons cependant que cela peut très-bien se concilier avec l'explication ci-dessus ; car, comme nous l'avons dit, c'est la grande quantité d'eau dissoute dans l'air, qui en augmente le poids. Si donc, pendant la pluie, il se fait dans l'air une nouvelle dissolution d'eau plus abondante que la quantité qui en tombe (et cela arrive par fois), le baromètre remontera : si cette eau ainsi dissoute demeure dans la région basse, cette ascension du baromètre annoncera une nouvelle pluie ; c'est ce qui arrive souvent en pareille circonstance : enfin, si l'air dissout une grande quantité d'eau, et qu'en même tems le froid, ou quelqu'autre cause, empêche cette eau de se dissoudre parfaitement, et de s'élever à une grande hauteur, elle n'en augmentera pas moins le poids de l'air ; ce qui fera monter le baromètre ; et cependant elle sera toute prête à se ramasser en gouttes, et à former de la pluie, qui tombera peu de tems après. Pendant que cette pluie tombera, s'il n'y a point de nouvelle dissolution, l'air en deviendra plus léger : le baromètre descendra donc, et malgré cela annoncera le beau tems qui doit suivre. Voilà comme nous croyons qu'on peut rendre raison de l'espèce d'affinité qui paroît subsister entre le poids de l'air et le changement de tems, suivant les circonstances. Le beau tems pourra aussi avoir lieu, malgré la diminution du poids de l'air, lorsqu'il se mê-

lera à ce fluide quelqu'autre fluide élastique plus léger que lui, et qui n'en troublera point la transparence ; enfin, le ressort de l'air, dont la force peut varier par différentes causes, contribuera encore à faire varier sa pression ; ce ressort agit quelque fois conjointement avec le poids, pour en augmenter l'effet ; d'autres fois il agit en sens contraire, et peut ainsi diminuer, ou même compenser l'effet de l'augmentation de poids ; de sorte que le beau ou le mauvais tems peut subsister, à quelque hauteur que soit le mercure dans le baromètre ; et cela, sans infirmer l'explication que nous avons donnée de ce phénomène.

Le tube de *Toricelli*, dont les physiciens ont fait le baromètre, est celui qu'on appèle *simple ;* c'est sans doute, de tous ceux qu'on a imaginés jusqu'à présent, celui qui doit être préféré pour les observations qui demandent de l'exactitude, à cause des inconvéniens inévitables qui se trouvent dans les autres : si l'on est curieux de connoître ces autres baromètres, on les trouvera amplement et exactement décrits dans le dictionnaire raisonné de physique, par Brisson, tome premier, page 222, et suivantes.

Nous avons dit que l'air exerce sa pression en toutes sortes de sens, de haut en bas, latéralement, et de bas en haut ; sa pression de haut en bas est bien prouvée par ce qui précède ; il est aisé de faire appercevoir sa pression latérale, ainsi que celle de bas en haut ;

si l'on perce sur le côté, ou par le bas, un tonneau plein, ou à-peu-près, d'un petit trou, comme seroit, par exemple, celui d'une vrille, la liqueur ne s'écoule pas, parce que l'air, qui se présente au trou, soutient cette liqueur, qui n'a pas assez de hauteur, pour vaincre sa pression. Enfin, tous les effets qui dépendent de la pression de l'air, ont lieu dans une chambre, où la colonne d'air se termine au plafond, aussi bien que dehors, où cette colonne a toute la hauteur de l'atmosphère; et cela, parce que l'air de la chambre communique avec celui du dehors, ne fut-ce que par le trou de la serrure : ainsi, dans un baromètre placé dans un appartement, le mercure se tient aussi haut que si ce baromètre étoit en plein champ.

C'est de la pression de l'air que dépend le jeu des siphons. Un siphon est un tuyau courbé A B C (figure onzième, n°. 6 de l'Atlas) de verre, ou de métal, ou de bois; etc; et dont une branche A B est plus courte que l'autre B C. Pour faire usage de cet instrument, on place l'extrémité A (figure douzième, n°. 6 de l'Atlas) de la courte branche A B dans le vase E E qui contient la liqueur : on ôte l'air du siphon en suçant par l'extrémité C de la longue branche B C. Alors l'écoulement commence, et ne finit que lorsque la courte branche A B ne plonge plus du tout dans la liqueur. Il est aisé de voir que c'est la pression de l'air, sur la surface de la li-

queur dans le vase, qui cause cet écoulement: car, supposons G F les confins de l'atmosphère; tous les points de la surface A de la liqueur sont également pressés par la colonne d'air A F; si, à quelque endroit de cette surface, on supprime cette pression, la colonne doit s'écouler par-là, puisqu'elle y trouve moins de résistance que par-tout ailleurs; c'est pourquoi le syphon se remplit en entier, lorsqu'on suce l'air par l'extrémité C.

Si les deux branches du syphon étoient d'égale longueur, comme B A, B D, l'écoulement n'auroit pas lieu; parce que la colonne d'air D G, qui résisteroit en D, étant aussi haute que celle qui presse en A, lui feroit équilibre, de même que se le font deux colonnes de liqueur B A, B D. Mais, lorsque l'une B C des deux jambes, est plus longue que l'autre, quoique la colonne d'air G C, qui lui répond soit plus longue, que celle qui presse en A, elle n'est pas capable d'empêcher l'écoulement; en voici la raison: considérons la colonne d'air G G, comme divisée en deux parties, dont une G D fait équilibre à la colonne d'air F A, et seroit capable d'arrêter l'écoulement, si la branche B C finissoit en D. La portion de liqueur qui remplit la partie D C du siphon, ne trouve donc plus d'autre résistance en C, qu'une colonne d'air D C de même longueur qu'elle; mais qui lui est très-inférieure en poids: cette portion de liqueur s'écoule donc par l'excès de son poids;

mais, tandis qu'elle coule, rien ne soutient celle qui est au-dessus, qui la suit nécessairement, pendant que la pression de l'air en A fournit de nouvelle liqueur, pour remplacer celle qui s'est écoulée ; c'est ainsi que l'écoulement devient continu. C'est pourquoi la résistance de l'air en C est d'autant plus vaincue, que la longueur de la branche B C du siphon, excède davantage celle de la branche A B : on en aura la preuve, si l'on ajoute en C un bout de tuyau qui allonge cette branche ; car, alors, dans un tems donné, il s'écoulera plus de liqueur, qu'il ne s'en écouleroit sans cet allongement. La figure et la matière du siphon ne changent rien à l'effet ; une veine de sable en feroit l'office.

Puisque c'est la pression de l'air qui élève la liqueur dans la courte branche B A, il s'ensuit que la hauteur de cette branche est limitée à 32 pieds, quand la liqueur est de l'eau, parce que l'air ne peut pas faire monter l'eau plus haut ; et que, lorsque la liqueur est du mercure, la hauteur de la courte branche ne doit pas excéder 28 pouces, puisque l'air ne peut soutenir le mercure qu'à cette hauteur.

De même que nous avons donné plus haut un résumé des lois du mouvement des corps solides, nous allons donner ici la récapitulation de toutes les lois de la pesanteur et équilibre des solides plongés dans les fluides : cette récapitulation sera suivie d'une autre, sur la

pesanteur spécifique des corps, soit solides, soit fluides.

Pesanteur et équilibre des Solides plongés dans les Fluides.

Il est certain qu'un corps solide qu'on plonge dans une liqueur, et qui est en même tems impénétrable à cette liqueur, occupe la place d'un volume de cette liqueur, parfaitement égal au sien. Ce volume de liqueur déplacé, ou égale en densité ou en poids le solide qui prend sa place, ou bien l'un des deux pese plus que l'autre : dans ce dernier cas, qui est le plus commun, on appèle pesanteur *respective*, la quantité dont le plus pesant surpasse le plus léger.

1°. Un corps solide entièrement plongé dans un fluide, est comprimé de toutes parts par le fluide qui l'entoure ; et la pression qu'il éprouve est d'autant plus grande, qu'il est plus profondément plongé, et que le fluide a plus de densité.

2°. Un corps plongé dans un fluide, ajoute à ce fluide un poids égal à celui du volume de fluide qu'il déplace, quelle que soit la densité de ce corps.

3°. Si le corps plongé est plus pesant que le volume de liqueur qu'il déplace, sa pesanteur respective (et non pas sa pesanteur absolue) le fait tomber au fond du vase, s'il est libre de lui obéir.

4°. Un corps plongé dans un fluide perd une partie de son poids ; et cette partie perdue est parfaitement égale au poids du volume de fluide déplacé.

Il suit de-là qu'*un corps ne tend jamais à tomber avec toute l'intensité de sa pesanteur absolue ;* car il est toujours plongé dans un fluide ; ce qui lui fait perdre une partie de son poids : il ne lui reste donc pour tomber que sa pesanteur respective.

Il suit encore de-là, qu'*à quantité égale de matière, ou à poids égaux, plus les corps ont de volume, plus ils perdent de leur poids par l'immersion ;* car ils déplacent alors un plus grand volume de liqueur.

5°. Si un corps est moins pesant qu'un pareil volume de la liqueur dans laquelle il est plongé, il surnage en partie ; et ce qui reste plongé, déplace une quantité de liqueur qui pèse autant que le corps entier.

C'est sur ce principe qu'est fondé l'usage de l'*aréomètre*. L'aréomètre est un instrument par le moyen duquel on connoît la différence de la pesanteur spécifique des corps : le plus simple et le plus en usage consiste en une petite boule de verre mince B (fig. 13, n°. 6 de l'Atlas) soufflée à la lampe, et dont le col A C, qui est long et d'un petit diamètre, est divisé dans toute sa longueur, en parties égales. Afin que cet instrument puisse se tenir au milieu des liqueurs dans une situation verticale, on fait en-

sorte

sorte que le centre de gravité se trouve vers la partie inférieure; c'est pour cela qu'on adapte au dessous de la boule, une autre petite boule soufflée S, dans laquelle on met du mercure : il n'y en faut mettre qu'une quantité, telle que l'aréomètre en entier ne pèse pas tout-à-fait autant qu'un volume des liqueurs qu'on veut éprouver, par son moyen, égal au volume de l'aréomètre même.

L'aréomètre, ainsi construit, on le plonge dans les liqueurs que l'on veut comparer : il ne s'y enfonce pas en entier, puisque nous le supposons plus léger qu'un volume de sa liqueur égal au sien : car les corps solides, plongés dans les liqueurs, cessent de s'y enfoncer, lorsqu'ils ont déplacé une quantité de liqueur dont le poids égale le leur. Ils s'y enfoncent donc, d'autant plus profondément, que la liqueur est plus légère, ou qu'elle a moins de densité; au contraire, ils s'y enfoncent d'autant moins profondément, que la liqueur est plus pesante, ou qu'elle a plus de densité; de sorte que, si le poids de l'aréomètre est tel, qu'il s'enfonce dans l'eau jusqu'à E, il s'enfoncera plus profondément dans des liqueurs plus légères; il s'enfoncera, par exemple, dans le vin jusqu'à F; dans l'esprit-de-vin jusqu'à G; etc. Mais, si on le plonge dans des liqueurs plus pesantes que l'eau, il ne s'y enfoncera pas si profondément qu'E; par exemple, dans la bierre, il ne s'enfoncera que jusqu'à D, et toujours d'autant moins que la liqueur, dans la-

quelle on le plongera, sera plus dense, et par conséquent plus pesante.

Par ce procédé, on connoîtra si une liqueur est plus ou moins pesante qu'une autre, à laquelle on la compare ; mais on ne connoîtra pas de combien ; car, pour cela, il faudroit connoître exactement le rapport qu'il y a de la tige A C, aux boules B et S ; ce qui est impossible, d'après la construction ci-dessus ; il faudroit de plus que la tige A C fût parfaitement cylindrique ; ce qui n'arrive jamais. Le plus sûr moyen d'acquérir cette connoissance exacte, est d'opérer toujours par des volumes égaux. Pour cela, il faut faire usage de l'aréomètre de *Farenheit*, qui est sans contredit le meilleur de tous ceux qu'on a imaginés jusqu'à présent.

L'*aréomètre* de *Farenheit* (fig. 14, n°. 7 de l'Atlas) est composé d'une petite bouteille ovale de verre mince B, soufflée à la lampe, dont le col A C, qui est très-menu, est surmonté d'un petit bassin D E, destiné à recevoir de petits poids. L'instrument est lesté au moyen d'une petite boule de verre soufflée S, adaptée à sa partie inférieure, et dans laquelle on a mis du mercure : on fixe, sur le col, un petit émail *a* ; et l'instrument est construit.

Pour faire usage de cet aréomètre, il faut connoître exactement son poids, qu'on fera bien de marquer dessus, afin de ne pas l'oublier ; ensuite on plonge l'instrument dans de l'eau distillée ; et, en le chargeant de poids, on l'y

fait enfoncer jusqu'au grain d'émail *a*. La somme des poids qu'on a mis dans le bassin D E, pour produire cet enfoncement, jointe au poids de l'areomètre, donne exactement le poids du volume d'eau, mesuré par l'aréomètre. Or, il est clair que ces deux volumes sont parfaitement égaux, puisqu'ils sont mesurés par le même instrument: la différence de leurs poids donnera donc la différence de leur pesanteur spécifique, ou le rapport de leurs densités : pour connoître ce rapport, on fera cette proportion : la pesanteur spécifique de cette liqueur est à celle de l'eau distillée, comme le poids du volume de cette liqueur, mesuré par l'aréomètre, est au poids du volume d'eau, aussi mesuré par l'aréomètre.

C'est d'après les principes que nous avons établis ci-dessus, qu'on peut connoître la pesanteur spécifique des corps, soit solides, soit fluides : cette pesanteur est le poids que pèse un corps sous un volume connu et déterminé, comme, par exemple, un pouce cube, un pieb cube ; pour acquérir cette connoissance, on pèse hydrostatiquement, c'est-à-dire, 1°. dans l'air ; 2°. dans l'eau. Il faut se servir, en pareil cas, d'eau distillée, afin d'être sûr d'avoir toujours la même ; et faire en sorte que cette eau soit, dans toutes les épreuves, à la même température. On sait qu'un corps plongé dans l'eau, déplace un volume d'eau parfaitement égal au sien, et qu'alors il perd une portion de son poids parfaitement

égale au poids du volume d'eau qu'il déplace : on a donc par-là 1°. le poids de ce corps ; 2°. le poids d'un volume d'eau parfaitement égal au volume de ce corps : ces deux poids comparés l'un à l'autre, donnent le rapport qu'il y a entre la pesanteur spécifique de ce corps et celle de l'eau, (dont nous supposons la pesanteur connue), en faisant cette proportion, dans laquelle 1000 représentent la pesanteur spécifique de l'eau ; et l'on dit : le poids du volume d'eau, déplacé par ce corps, est au poids de ce corps, comme 10,000, est à un quatrième terme, qui représente la pesanteur spécifique de ce corps.

Il ne laisse pas que d'y avoir des difficultés pour obtenir de l'exactitude dans les épreuves. Si l'on veut connoître ces difficultés, ainsi que les moyens de les prévenir, on les trouvera les uns et les autres détaillés dans Brisson, l'un de nos meilleurs physiciens, dans le discours préliminaire de son ouvrage sur la pesanteur spécifique des corps (1).

De ce que nous venons de dire, il suit 1°. que, quand deux corps sont égaux en volumes, leurs pesanteurs spécifiques sont, l'une à l'autre, comme leurs masses ;

2°. Lorsque deux corps perdent des poids égaux dans la même eau, ils ont sûrement des volumes égaux, quelque figure qu'ils aient ;

(1) Une grande partie de ce traité sur la physique, est tiré de Brisson.

puisque ils y perdent toujours des poids égaux aux poids des volumes d'eau qu'ils déplacent;

3°. Les pesanteurs spécifiques des corps qui sont du même poids, sont en raison réciproque de leurs volumes: ainsi, un corps est d'une pésanteur spécifique double de celle d'un autre corps, lorsqu'avec le même poids, il n'a que la moitié du volume de l'autre corps.

4°. Les pesanteurs spécifiques de deux corps sont en raison composée de la raison directe de leurs masses, et de la raison réciproque de leurs volumes. Cette proposition est une suite nécessaire des deux précédentes;

5°. Un même corps perdra une plus grande portion de son poids, dans un fluide spécifiquement plus pesant, que dans un plus léger; puisqu'il perdra toujours une portion de son poids égale au poids du volume de fluide qu'il déplace. Il faut donc plus de force pour le soutenir dans un fluide plus léger, que pour le soutenir dans un fluide plus pesant; il faut plus de force pour le soutenir dans l'air, que pour le soutenir dans l'eau;

6°. Les pesanteurs spécifiques des corps également pesants, sont réciproquement comme les quantités de leurs poids qu'ils perdent dans le même fluide;

7°. Si un corps est de la même pesanteur spécifique qu'un fluide, et qu'on l'y plonge, il s'arrêtera à quelque profondeur du fluide qu'on le place: il y sera en équilibre;

8°. Si un corps spécifiquement moins pe-

sant qu'un fluide, y est entièrement plongé, et qu'on le lâche, il remontera avec une force égale à l'excès du poids d'un volume de ce fluide égal au sien, sur le poids de ce corps : c'est par cette raison que les ballons s'elèvent dans l'air ;

9°. La pesanteur spécifique d'un solide est à celle d'un fluide plus pesant et sur lequel il nage, comme le volume de la partie plongée est au volume du corps entier ;

10°. Le poids et le volume d'un corps, ainsi que la pesanteur d'un fluide, spécifiquement plus pesant que ce corps, étant donnés, il est aisé d'avoir la force requise pour tenir ce corps entièrement plongé dans le fluide ;

11°. Le poids d'un corps, qui doit être construit d'une matière spécifiquement plus pesante qu'un fluide, et la pesanteur de ce fluide spécifiquement plus léger, étant donnés, on peut déterminer la cavité que le corps doit avoir pour nager sur le fluide.

CHAPITRE VI.

De la Mécanique statique.

Après avoir parlé des propriétés et des lois du mouvement, soit des corps solides, soit des fluides, nous devons maintenant nous occuper des moyens d'employer ces mouvemens utile-

ment pour nous. La mécanique est la science qui conduit à la connoissance de ces moyens, qui sont les *machines ;* c'est-à-dire, des assemblages d'une construction plus ou moins simple, qui transmettent l'action d'une puissance sur une résistance, et qui la font croître ou diminuer, en variant les vîtesses de l'une ou de l'autre ; en un mot, ce sont des instrumens simples ou composés, destinés à produire du mouvement, de façon à épargner, ou du tems dans l'exécution de l'effet, ou de la force dans la cause. Dans sa signification la plus étendue, la mécanique a pour objet les lois du mouvement des corps et les lois de leur équilibre. Quand elle considère le mouvement, elle se nomme *mécanique proprement dite*, ou *dynamique ;* quand elle traite des lois de l'équilibre, elle s'appèle *mécanique statique.*

Nous avons assez traité jusqu'à présent de la dynamique, et même de la statique ; cependant nous allons donner ici quelques détails sur cette dernière, c'est-à-dire, sur les lois de l'équilibre ; nous y joindrons la description et la représentation des principales machines ; et en évitant, autant qu'il sera possible, de nous répéter. On en distingue de deux sortes, les simples et les composées.

On compte ordinairement six machines simples qu'on appèle *forces mouvantes*, et auxquelles toutes les autres machines peuvent se réduire ; savoir : le *levier*, la *poulie*, le *treuil*, le *plan incliné*, le *coin* et la *vis.* On pourroit

réduire ces six machines à deux; savoir: le levier et le plan incliné; car on peut considérer la poulie et le treuil comme des assemblages de leviers : le coin et la vis ne sont autre chose que des plans inclinés; les machines composées sont celles qui sont en effet composées de plusieurs machines simples, combinées ensemble.

Il y a, dans une machine, quatre choses principales à considérer; savoir : la puissance, la résistance, le point d'appui ou le centre de mouvement, et la vîtesse de la puissance et de la résistance. La puissance est une ou plusieurs forces qui concourent à vaincre un obstacle. La résistance est un ou plusieurs obstacles qui s'opposent au mouvement de la machine. Le point d'appui ou centre de mouvement est cette partie d'une machine, autour de laquelle les autres se meuvent : dans une balance, par exemple, le point de la chasse où repose l'axe du fléau, est le point d'appui. Les vîtesses se mesurent par les espaces que parcourent, dans le même tems, la puissance et la résistance, ou qu'elles parcourrreroient, si l'une des deux l'emportoit sur l'autre. Comme, dans une machine, les tems sont toujours égaux pour la puissance et la résistance, ces tems parcourus ou à parcourir, déterminent leurs vîtesses relatives.

Pour calculer l'effet d'une machine, on la considère ordinairement dans l'état d'équilibre, c'est-à-dire, dans l'état où la puissance qui doit

surmonter la résistance, est en équilibre avec cette résistance. Mais il faut remarquer qu'après le calcul du cas de l'équilibre, on n'a encore qu'une idée très-imparfaite de l'effet de la machine ; car, comme toute machine est destinée à mouvoir, on doit la considérer dans l'état de mouvement, et non pas dans celui d'équilibre : pour cela, il faut avoir égard, 1°. à la masse de la machine, ou des pièces de cette machine que la puissance est obligée de soulever ; 2°. au frottement, qui augmente prodigieusement la résistance.

Du levier.

Le levier est, de toutes les machines, la plus simple : c'est une verge de fer, de bois, ou de toute autre matière équivalente, au moyen de laquelle une puissance, aidée d'un point d'appui, peut vaincre ou soutenir une résistance. Tel un maçon B, (fig. 1re., n°. 7 de l'Atlas) (1), qui, au moyen de la verge de fer B A, et du point d'appui A, soulève la pierre C.

On distingue trois sortes de leviers : on appèle *levier du premier genre*, celui dans lequel le point d'appui C (fig. 2) est placé entre la puissance A et la résistance B. On nomme

(1) Jusques et compris la fig. 24e., voyez les nos. 7 et 8 de l'Atlas.

levier du second genre, celui dans lequel la résistance B (fig. 3) est placée entre la puissance A, et le point d'appui C; enfin, on appèle *levier du troisième genre*, celui dans lequel la puissance A (fig. 4) est placée entre la sistance B, et le point d'appui C; et l'on distingue les différentes espèces de chacun de ces genres, par les différens rapports de distance de la puissance et de la résistance au point d'appui. Ainsi, dans le levier (fig. 5), si le point d'appui est en *a*, la puissance en *p*, et la résistance en *r*, on dit que c'est un levier du premier genre, à bras égaux : si le point d'appui est en *b*, c'est un levier dont le bras de la puissance *p*, est à celui de la résistance, dans le rapport de 3 à 1; et ainsi des autres. De même, dans le levier du troisième genre, (fig. 6) si la puissance P est appliquée en 2, c'est un levier dont le bras de la puissance P, est à celui de la résistance R, comme 2 est à 3.

C'est la distance de ces forces au point d'appui, qui détermine leurs vîtesses, et ces vîtesses sont toujours dans le même rapport que ces distances.

Comme l'effort d'un corps résulte de sa masse multipliée par sa vîtesse, il suit de ce que nous avons dit; 1°. *qu'un poids agissant par un levier, produit un effort d'autant plus grand, qu'il est plus éloigné du point d'appui;* car, alors, il y a plus de vîtesse; 2°. *que deux points égaux, opposés sur un levier, ne*

sont en équilibre qu'à égales distances du point d'appui ; 3°. que deux poids inégaux y produisent des efforts égaux, quand leur distance au point d'appui, sont en raison réciproque de leurs masses. Dans tout ce que nous venons de dire du levier, nous avons toujours supposé que les puissances agissoient l'une et l'autre dans des directions perpendiculaires, ou également obliques au bras du levier. La position la plus avantageuse d'une puissance qui agit par le moyen d'un levier, est que sa direction soit perpendiculaire au bras du levier par lequel elle agit.

Puisque, dans le cas d'équilibre, la puissance est toujours à la résistance, comme la distance de la résistance au point d'appui, est à la distance de la puissance au même point d'appui, il s'ensuit que la puissance est, ou plus grande ou plus petite, ou égale à la résistance ; 2°. que dans le levier du second genre, la puissance est toujours plus petite que la résistance ; 3°. qu'elle est toujours plus grande dans le levier du troisième genre ; et qu'ainsi, ce troisième genre de levier, bien loin d'aider la puissance, quant à sa force absolue, ne fait, au contraire, que lui nuire. Cependant ce dernier genre de levier, est celui que la nature a employé le plus fréquemment dans le corps humain. Par exemple, quand nous soulevons un poids avec la main, ce poids doit être considéré comme fixé à un bras de levier, dont le point d'appui est dans le coude, et

dont, par conséquent, la longueur est égale à l'avant-bras : or, ce même poids est soutenu en cet état par l'action des muscles, dont la direction est fort oblique à ce bras de levier, et dont, par conséquent, la distance au point d'appui, est beaucoup plus petite que celle du poids. Ainsi, l'effort des muscles doit être beaucoup plus grand que le poids. Pour rendre raison de cette structure, on remarquera que plus la puissance, appliquée à un levier, est proche du point d'appui, moins elle a de chemin à faire pour en faire parcourir un grand au poids. Or, l'espace à parcourir par la puissance, étoit ce que la nature avoit le plus à ménager dans la structure de notre corps. C'est pour cette raison qu'elle a rendu la direction des muscles fort peu distante du point d'appui; mais elle a dû aussi les faire plus forts en même proportion.

Ce que nous avons dit ci-dessus, semble être contredit par une machine imaginée par M. de *Roberval*, et que, pour cela, on a appelée *balance de Roberval*. Elle paroît présenter un paradoxe de mécanique, relativement à la propriété du levier. Voici en quoi consiste ce paradoxe : on attache à une règle fendue (fig. 7, n°. 5 de l'Atlas) deux autres règles F C, E D, par le moyen de deux petits boulons, autour desquels ces règles sont mobiles : on attache de même aux extrémités de ces dernières règles, deux autres règles, F E, C D, aussi mobiles, autour des points C D, etc., par les-

quels elles sont attachées ; en sorte que le rectangle F C D E, puisse prendre telle figure ou telle situation qu'on voudra, comme F C D E : au milieu de la règle F E, ainsi que de la règle C D, on place vis-à-vis l'une de l'autre, deux autres règles H G O, I N P, perpendiculaires et fixement attachées chacune à leur règle. Cela posé, en quelqu'endroit de ces dernières règles qu'on accroche les poids égaux H, I, ils sont toujours en équilibre, même dans les cas où l'un des poids I seroit placé en P, beaucoup plus près des points d'appui A et B, que ne l'est le point H. Que devient donc, dit-on, cette règle générale, que *deux poids égaux, opposés sur le levier, ne sont en équilibre qu'à égale distance du point d'appui ?*

On rendra aisément raison de cette espèce de paradoxe, si l'on fait attention à la manière dont les poids H, I, agissent l'un sur l'autre. Pour le bien entendre, on décomposera les efforts des poids H, I, (fig. 8, n°. 6 de l'Atlas) chacun en deux, dont l'un, pour le poids H, soit dans la direction H *i*, et l'autre dans la direction H *e*, et dont l'un, pour le poids I, soit dans la direction I C, et l'autre, dans la direction I D. Or, l'effort I C se décompose encore en deux efforts C N et C Q; et de même, l'effort I D se décompose en deux efforts D N et D O. Donc, la règle C D est tirée, dans la direction C D, par une force égale à C N, plus N D, tandis que les efforts C Q et D O se détruisent mutuellement : on trouvera de même

que la règle F C est tirée, dans la direction F C, par une force égale à F G, plus G C; donc, puisque B C est égal à B F, et que C D est égal et parallèle à F E, les deux efforts, suivant C D et F C, doivent se faire équilibre.

C'est là ce qu'on appèle la *décomposition des forces*, très en usage dans la statique et dans la mécanique. Dans cette décomposition, les directions et les valeurs des deux forces, par exemple C N et C Q, dans lesquelles on décompose la force donnée C I, sont représentées par les deux côtés C N et C Q d'un parallélogramme C N I Q, dont la diagonale C I représente la direction et la valeur de la puissance donnée.

Le point d'appui, dans le levier, peut être regardé comme une troisième puissance, qui fait équilibre à la force motrice et à la résistance, ou qui concourt avec l'une des deux, pour soutenir l'effort de l'autre.

La poulie, l'une des six machines réputées simples, est un corps rond, plat, mobile sur son axe C, et dont la circonférence est creusée en gorge pour recevoir la corde F B A R, ou E O A R, ou G H O A R, (fig. 10, n°. 7 de l'Atlas) à laquelle on applique d'une part la puissance F, ou E, ou Q, et de l'autre part, la résistance R.

Au moyen d'une poulie à plusieurs gorges, on peut rendre égales les actions de deux puissances inégales entr'elles; on peut de même

entretenir l'équilibre ou un rapport constant entre deux puissances, dont les forces relatives changent continuellement : pour cela, on peut se servir d'une poulie qui, au lieu de plusieurs gorges concentriques, n'en a qu'une, mais qui prend la forme d'une spirale, et conséquemment augmente peu à-peu de diamètre. Qu'on prenne, par exemple, une poulie A, (fig. 11, n°. 7 de l'Atlas) dont la gorge soit creusée en spirale, et dont on voit la coupe en G A B C, et le plan en D E 4; qu'on fixe au centre de cette poulie un barillet E ou E, garni d'un ressort pareil à celui d'une montre; si la force de ce ressort est telle qu'une puissance quelconque, un poids, par exemple, agissant par D E, le tienne en équilibre, lorsqu'on aura roulé le ressort de trois ou quatre tours de plus, le même poids le tiendra encore en équilibre, en agissant par G F, si le rayon E F est allongé dans la proportion de l'augmentation d'intensité de la force du ressort. Ce que l'on dit de ce point F, on peut le dire de tous les autres; d'où il suit que ces deux puissances, le ressort et le poids, garderoient toujours entre elles le même rapport, quoique l'intensité de l'une des deux variât continuellement. C'est là le moyen qu'on a pris, en horlogerie, pour rendre uniforme l'action des ressorts des montres et des pendules, pendant tout le tems de leur développement.

On appèle *moufles*, des assemblages de poulies, dont les unes sont fixes et les autres

mobiles, et toutes embrassées par une même corde ; en terme de marine, on les appèle *palans*, *caliornes*. On peut, au moyen de ces assemblages, enlever de très-grands fardeaux avec une petite force ; car il est démontré que *la force nécessaire pour soutenir un poids, par le moyen d'une moufle, est au poids lui-même comme l'unité est au double du nombre des parties mobiles*, lorsque les directions des cordes sont bien parallèles entr'elles : les puissances sont alors, comme nous l'avons dit plus haut, en raison inverse des vîtesses ; d'où il suit que le nombre des poulies mobiles et la puissance, étant donnés, on trouvera aisément le poids que la moufle pourra soutenir, en multipliant la puissance, par le double du nombre des poulies mobiles. Par exemple, supposons que la puissance égale 60 livres, et que le nombre des poulies mobiles soit trois ; 60 multipliés par 6, double de 3, égale 360, qui est le poids que peut soutenir cette moufle.

De même, le nombre des poulies mobiles étant donné, ainsi que le poids que doit soutenir la moufle, on trouvera la puissance nécessaire, en divisant le poids par le double du nombre des poulies mobiles. Supposons que le poids égale 800 livres, et que le nombre des poulies soit 4 ; 800, divisés par 8 double de 4, donnent au quotient 100 livres, qui est la force nécessaire pour soutenir, avec une pareille moufle, le poids de 800 livres.

Pour trouver le nombre des poulies mobiles

que

que doit avoir une moufle, afin de soutenir un poids donné avec une puissance donnée, il faut diviser le poids par la puissance; la moitié du quotient est le nombre cherché. Supposons, par exemple, que le poids soit 500 livres et la puissance 50, il faut que la moufle ait cinq poulies mobiles; car 500, divisés par 50, donnent 10 au quotient, dont la moitié est 5.

Dans tous ces cas, nous avons supposé que les directions des cordes sont parallèles entre elles : si elles sont obliques, alors *la résistance ou le fardeau à soutenir est à la puissance, comme la somme des sinus des angles, que les cordes tangentes des poulies mobiles font avec l'horizon, est au sinus total.* Il faut donc, dans ce cas-là, que la puissance soit plus grande que nous ne l'avons dit; c'est pourquoi il faut faire en sorte que les directions des cordes soient bien parallèles entre elles.

Dans les calculs précédens, nous avons fait abstraction de la résistance des frottemens, et de celle qui naît de la roideur et du poids des cordes, pour lesquelles il faut augmenter la puissance et la rendre plus grande que nous ne l'avons supposée. Il peut même arriver qu'en augmentant le nombre des poulies, on augmente tellement ces résistances, qu'elles fassent plus que compenser l'augmentation de force qui résulte de l'augmentation des roues du nombre des poulies.

Des Roues.

Les roues, de même que les poulies, peuvent être considérées comme des assemblages de leviers; il y en a de deux espèces, les unes tournent toujours dans le même lieu, sur un axe qui est fixé à leur centre, et dont les pivots tournent dans des trous qui servent d'appui; telles sont les roues des horloges, des moulins, des tourne-broches. Ces sortes de roues reçoivent le mouvement et le transmettent, par certaines parties saillantes qu'on réserve ou qu'on ajoute à leur circonférence, et qu'on nomme *dents*, *chevilles*, *vannes*, etc. Les roues de l'autre espèce, roulant sur leur circonférence, portent leur centre et l'axe ou l'essieu qui le traverse, dans une direction parallèle au plan ou au terrein qu'elles parcourent: telles sont les roues des voitures, comme carrosses, charrettes, etc. Ces sortes de roues ont donc deux mouvemens; l'un, de leur centre, qui s'avance en ligne droite, et l'autre, de toutes leurs parties, qui circulent autour de ce centre.

Les roues de la première espèce, celles dont les axes ne font que tourner dans le même lieu, doivent être considérées comme des leviers du premier genre, dont les bras sont les rayons des roues et des pignons, qui ont leur point d'appui à l'axe, soient donc trois roues A, B, C (fig. 12, n°. 7 de l'Atlas), et leurs pignons correspondans A, B, C. Le pignon, ou, ce qui

est la même chose, le cylindre *a*, soutient P, la roue A, qui a le même arbre que le cylindre *a*, engrène avec le pignon B; la roue B qui a le même arbre que le pignon B, engrène avec le pignon C. La roue C, qui a le même arbre que le pignon C, est tirée à sa circonférence par la puissance Q, et tout le système est en équilibre. On voit qu'ici le poids P agit par les rayons des pignons; et que la puissance Q agit par les rayons des roues. Supposons que les rayons sont quadruples des rayons des pignons; que les premiers sont, par exemple, de 8 pouces, et les autres de 2 pouces; comme il faut, pour avoir l'équilibre, que la puissance soit à la résistance, comme le produit des bras de leviers de la résistance, est au produit des bras de levier de la puissance; c'est-à-dire, en raison inverse de la longueur des bras de levier; on cherchera ces produits, en multipliant les uns par les autres, et les rayons des roues, et les rayons des pignons. Le premier produit sera 512, et le second 8; auquel cas, la puissance Q doit être au P, comme 8 est à 512, ou comme 1 est à 64.

D'où il suit qu'en cas d'équilibre, et quels que soient les diamètres des roues et des pignons, *la puissance est à la résistance, comme le produit des rayons des pignons est au produit des rayons des roues.* On voit par-là que ces sortes de machines peuvent donner un très-grand avantage à la puissance, sur la résistance, relativement à la force : mais cet avantage est

acquis aux dépens de la vîtesse, lorsque la machine passe du repos au mouvement : car on perd toujours en vîtesse ce qu'on gagne en force, et réciproquement.

On a souvent besoin, sur-tout en horlogerie, que le nombre des révolutions des roues et des pignons, aient entre eux un certain rapport : on l'obtiendra en donnant aux roues et aux pignons les nombres convenables de dents et d'ailes. Par exemple, si l'on veut qu'une roue ne fasse qu'une révolution, pendant qu'un pignon en fait quatre, il faudra donner à la roue quatre fois autant de dents que le pignon a d'ailes. Ainsi nous supposons quatre roues, A, B, C, D, (fig. 13, n°. 7 de l'Atlas), dont la première A, engraine avec le pignon B, fixé à la seconde B ; celle-ci engraine avec le pignon C, fixé à la troisième C ; cette troisième engraine avec le pignon D, fixé à la quatrième D ; enfin, cette quatrième engraine avec le dernier pignon *e*. Pour avoir le rapport du nombre des révolutions de la première roue A, au nombre des révolutions du dernier pignon E, il faut multiplier le nombre des dents de la roue A, par le nombre des dents de la roue B ; ce premier produit par le nombre des dents de la roue D : il faut ensuite multiplier le nombre des ailes du pignon B, par le nombre des ailes du pignon D, et le second produit, par le nombre des ailes du pignon E. Les derniers produits des dents des roues et des ailes des pignons, donneront le rapport cherché.

On peut donc établir pour règle générale, que *le nombre des révolutions de la première A, est au nombre des révolutions du dernier pignon, comme le produit des ailes des pignons est au produit des dents des roues.* On voit par-là qu'il n'est point nécessaire de déterminer le nombre d'ailes et de dents que chaque pignon et chaque roue doivent avoir en particulier ; il suffit que le rapport du produit de toutes les ailes, au produit de toutes les dents, soit le même que celui que l'on désire.

Quant aux roues de la seconde espèce, qui ont deux sortes de mouvement, comme celles des voitures, dont le centre s'avance en ligne droite, pendant que les autres parties tournent autour de lui ; on doit les regarder le plus souvent comme un levier du second genre, qui se répète autant de fois qu'on peut imaginer de points à la circonférence.

Du Treuil.

Le treuil ou tour, l'une des six machines réputées simples, est un arbre ou cylindre qui tourne sur son axe, soutenu sur deux points fixes, au moyen duquel, avec une petite force, on enlève un grand fardeau, attaché à une corde, qui s'enveloppe sur le cylindre ; et cela, par le moyen d'une espèce de tambour fixé à une des extrémités du cylindre, et portant assez souvent à sa circonférence des espèces de chevilles ou leviers.

Dans l'usage ordinaire, au lieu de tambour, on ne fait que fixer, à l'une des extrémités du cylindre A B (fig. 14, n°. 7 de l'Atlas), des leviers croisés E F, G H, par le moyen desquels on fait tourner le cylindre sur son axe C D, tandis que la corde qui soutient le poids *a* s'enveloppe sur le cylindre A B. Il est aisé de voir que l'effet du treuil revient à celui du premier genre; car, supposons que H, G, (fig. 15, n°. 6 de l'Atlas), représente le rayon du cylindre, et que H P représente le bras de levier par lequel agit la puissance P; si la longueur de H P est à celle de H G comme 3 est à 1, une puissance de 100 liv. en P, agissant dans une direction perpendiculaire, a P H, tiendra en équilibre un poids G de 300 livres. Il suit de-là que, pour avoir équilibre par le moyen du treuil, il faut que la puissance P soit au poids G, comme le rayon H G du cylindre, est au levier H P, ou (ce qui revient au même), comme le rayon du cylindre est au rayon du tambour.

Il est aisé de voir que la principale partie, dans la roue des carrières et dans la grue, n'est autre chose qu'un treuil à tambour. On voit aussi que la chèvre (fig. 15, n°. 6 de l'Atlas), le cylindre E D est un treuil à leviers G et F.

Du Cabestan.

Le cabestan est un véritable treuil; il n'en diffère que par la position de son cylindre, qui est vertical, tandis que, dans le treuil, il est

horizontal. La manière dont une puissance agit sur une résistance, par le moyen du treuil, est entièrement applicable au cabestan; mais le cabestan est beaucoup plus avantageux que le treuil; 1°. parce que la puissance peut toujours agir perpendiculairement à son bras de levier; 2°. parce qu'on peut y appliquer un grand nombre d'hommes à-la-fois.

Le cabestan est donc une machine au moyen de laquelle on peut vaincre de très-grandes résistances, avec des puissances beaucoup moindres : aussi s'en sert-on sur les vaisseaux, pour lever les ancres, autres fardeaux, auxquels sont amarrés les cables, qu'on roule sur le cylindre. On s'en sert encore dans les ports, pour amener les vaisseaux à terre, quand il en est besoin, et pour faire passer d'un bateau sur le port, des masses extrêmement lourdes, comme des blocs de marbre, ect.

La manière ordinaire de se servir du cabestan, est de faire sur le cylindre A B (fig. 16, n°. 8 de l'Atlas) deux ou trois tours à la corde C D, qui tient la résistance vers D', tandis que des hommes tirent, de toutes leurs forces, la partie C de la corde, pour empêcher qu'elle ne glisse. Si l'on applique ensuite des hommes aux leviers E, F, G, H, et que ces hommes fassent tourner le cylindre, ils amènent la résistance, et pendant ce tems-là, ceux qui tirent la partie C de la corde, la dévident, de sorte qu'il n'en reste jamais sur le cylindre plus de tours qu'on

ne lui en avoit d'abord fait faire; car un côté ne peut pas se rouler.

Il est aisé de voir que le cabestan agit, comme un levier sans fin du premier genre à bras inégaux, et que le bras de la résistance est plus court que celui de la puissance; car, le bras du levier, par lequel agit la résistance, est le rayon du cylindre; et le bras du levier par lequel agit la puissance, est ce même rayon prolongé par un des leviers en croix E, F, G, H : plus ces leviers seront longs, plus la puissance deviendra capable de vaincre une grande résistance; mais il lui faudra plus de tems, parce qu'elle aura un plus long chemin à parcourir.

Il y a peu de machines sur lesquelles les mécaniciens se soient plus exercés que sur les cabestans, principalement dans l'intention de faire disparoître l'inconvénient de *choquer*, qui est en effet le plus grand de tous. On trouve quelques améliorations dans la construction du cabestan, dans les pièces qui ont remporté le prix de l'académie des sciences en 1742; mais le but qu'on s'étoit proposé, n'a pas été rempli. Depuis on a présenté à l'académie un cabestan dont le cylindre étoit garni de roulettes qui, en tournant, faisoient remonter à-la-fois tous les tours du cordage; mais ce moyen, dont l'idée est d'ailleurs fort ingénieuse, produit un grand frottement qui est toujours aux dépens de la force motrice. En 1793, M. *Cardinet*, ingénieur-mécanicien, présenta, au bu-

reau de consultation, un cabestan dont la construction est plus simple, et qui approche du but un peu plus que les précédens. Ce cabestan est composé d'un cylindre principal, semblable à celui des cabestans ordinaires; et ensuite, d'un cylindre subsidiaire, qui est placé en avant du premier, c'est-à-dire, du côté où est le fardeau que l'on tire : ce second cylindre est du même diamètre que le premier, et en est séparé par des galets dont l'axe, ainsi que celui du cylindre subsidiaire, est maintenu dans une coulisse pratiquée dans le bâti du cabestan : la corde embrasse les deux cylindres qui, par-là, se trouvent menés l'un par l'autre, au moyen de la pression que produit la corde. La gorge de chaque cylindre est terminée par deux bourlets, l'un inférieur, et l'autre supérieur; l'inférieur est destiné à arrêter la corde, lorsqu'on vire ; et le supérieur, à l'arrêter lorsqu'on dévire. La distance entre ces bourlets, ou la longueur de la gorge, est plus petite dans le cylindre subsidiaire que dans le cylindre principal, d'une quantité égale à deux fois le diamètre de la corde : c'est précisément cette construction qui fait que le cabestan peut virer sans *choquer ;* car, la corde, venant de la masse qu'il s'agit de mouvoir, se roule d'abord sur la demi-circonférence du cylindre principal, en s'appuyant sur le bourlet inférieur de sa gorge, va, de-là, avec un petit degré d'obliquité, se placer sur le bourlet inférieur du cylindre subsidiaire : tournant ensuite sur la

demi-circonférence de ce cylindre, elle revient horizontalement sur le cylindre principal, d'où elle passe une seconde fois fort obliquement sur l'autre cylindre; et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'elle ait fait autant de tours qu'il est nécessaire, pour que la resistance de la masse à mouvoir ne puisse pas faire glisser la corde sur les cylindres. Faisant ensuite agir le cabestan, on voit que la corde trouve toujours naturellement sa place sur la gorge inférieure du cylindre principal; et qu'ensuite, suivant la route que nous venons d'indiquer, tous les tours de la corde occupent toujours sensiblement les mêmes places sur les gorges des cylindres: on n'a donc pas besoin de les déplacer pendant toute la durée de l'action du cabestan; si l'on vient ensuite à dévirer, c'est contre les bourlets supérieurs que s'arrête la corde. L'on n'a besoin pour cela d'aucune manœuvre particulière; il suffit de faire tourner le cabestan en sens contraire de celui où il se mouvoit d'abord.

L'idée du cylindre subsidiaire n'est pas due à M. Cardinet; on la trouve dans deux des pièces qui ont partagé le prix de l'académie des sciences en 1742.

Du Cric.

Le cric est encore une machine moyennant laquelle on peut, avec une petite force, vaincre une grande résistance: le cric simple est composé d'une barre de fer A B (fig. 17, n°. 8 de

l'Atlas) garnie de dents à l'une de ses faces, et mobile dans une chasse G E ; les dents de la barre A B engrènent avec celles d'un pignon D D, qu'on fait tourner sur son axe au moyen de la manivelle M N : les dents du pignon soulèvent la barre, et font par conséquent monter le poids placé sur sa tête A.

En considérant l'effort que chaque dent du pignon fait en D pour soulever la barre comme un poids à élever, il est clair que *la puissance*, appliquée à la manivelle, *est à ce poids comme le rayon du pignon est au bras N M de la manivelle :* d'où l'on voit qu'en faisant le rayon très-petit, par rapport à celui de la manivelle, on peut, avec une force médiocre, élever un poids très-considérable.

Du Plan incliné.

Le plan incliné, l'une des six machines réputées simples, est celui qui fait un angle avec un plan horizontal : cet angle peut être infiniment petit ; et alors le plan se confond avec la ligne horizontale ; ou bien, cet angle peut être droit, et alors le plan devient vertical : entre ces deux extrêmes, sont comprises toutes les autres espèces d'inclinaison.

La durée de la chute d'un corps par un plan incliné, est à la durée de la chute de ce même corps par la verticale de ce plan, comme la longueur du plan est à sa hauteur : donc, un corps placé sur un plan incliné, est en

partie soutenu par ce plan ; donc, une puissance qui agit par le moyen d'un plan incliné, peut soutenir, ou même vaincre une résistance plus grande qu'elle; et cette puissance n'agit jamais avec tant d'avantage que lorsque sa direction est parallèle au plan.

Soit A C (fig. 18, n°. 8 de l'Atlas) un plan incliné : pour soutenir le corps D sur ce plan, et l'empêcher de tomber, il n'est pas nécessaire que les poids D D, qui le retiennent par le moyen des cordes C E D, soient, pris ensemble, égaux au poids du corps D, si ces poids D D, tirent dans la direction D E, parallèle au plan incliné. Mais, si ces poids tiroient dans les directions C F ou D E, ils perdroient de leur avantage.

Du Coin.

Le coin, l'une des six machines réputées simples, est un prisme triangulaire D A G (fig. 19, n°. 8 de l'Atlas), ou, ce qui est le même, un corps composé de trois plans D C C D, D D A A, qui terminent deux triangles D A C, D A C. L'action du coin peut se rapporter à celle du plan incliné : en effet, il est évident que le plan A C C A est incliné au plan A D D A. On a rapporté au coin tous les instrumens à tranchans et à pointes, comme couteaux, haches, épées, etc. En effet, tous ces instrumens ont au moins deux plans inclinés l'un à l'autre, quelquefois quatre ou même plus, qui forment

entre eux un angle plus ou moins aigu. Ainsi, les clous, les aiguilles, les épingles, etc. font l'office du coin, et doivent être considérés comme tels.

De la Vis.

La vis, l'une des six machines réputées simples, est un cône fort alongé, ou un cylindre A B (fig. 20, n°. 8 de l'Atlas) sur la circonférence duquel on a creusé une gorge en spirale C F G: on peut représenter sa génération par le mouvement uniforme d'une ligne droite F G (fig. 21, n°. 8), qui trace la surface d'un cylindre K H, dans le même tems qu'un point F descend avec une vîtesse uniforme de F en I, et de I en G. Il est clair qu'à la fin de trois révolutions et un quart, ce coin auroit parcouru la ligne spirale F L M H K N O P. La cloison C F (fig. 19, n°. 8), qui demeure entre les tours de la gorge de la vis, s'appèle le *filet de la vis*, et la distance (C G), qu'il y a d'un filet à l'autre s'appèle le *pas de la vis*.

On pratique de même le filet et la gorge dans une cavité cylindrique pratiquée dans un morceau de métal ou de bois C D (fig. 22, n°. 8), pour en faire une vis extérieure, qui prend ordinairement le nom d'*écrou*; on l'appèle aussi quelquefois *vis femelle*, tandis qu'on nomme la vis A B, *vis mâle*. On peut dire en général que, dans l'usage des vis, si l'on fait abstraction des instrumens : *la puissance est à la*

résistance, en cas d'équilibre, comme la hauteur du pas est à la circonférence que décrit la puissance.

De la Vis sans fin.

Les vis sans fin diffère beaucoup des vis dont nous venons de parler : ces dernières se meuvent dans un écrou, et cessent de tourner quand elles ont avancé dans toute leur longueur ; au lieu que la vis sans fin est un cylindre qui tourne toujours du même sens, ses deux extrémités A et B (fig. 23, n°. 8 de l'Atlas), étant portées sur des pivots solides ; de sorte que son action est continue : c'est ce qui lui a fait donner son nom. Les filets ZH de ces vis, qui sont le plus souvent carrés, engrènent avec les dents d'une roue verticale CH, qui porte sur son axe un rouleau T, avec une corde à laquelle on attache le fardeau P qu'on veut élever : une très-petite force, appliquée à la manivelle ME, peut enlever un fardeau P très-considérable ; mais il faut beaucoup de tems. On peut exprimer ainsi le rapport que le poids P doit avoir, en cas d'équilibre, avec la puissance Q.

Le poids est à la puissance, comme le produit du rayon de la roue, multiplié par la circonférence que décrit le rayon de la manivelle, est au produit du rayon du rouleau, multiplié par la hauteur du pas de la vis. On peut encore exprimer autrement ce rapport : comme les puis-

sances doivent être en raison réciproque des vîtesses ou des espaces parcourus, on peut dire : *le poids est à la puissance, comme la somme des circonférences décrites par l'extrémité du rayon de la manivelle, est à la circonférence du rouleau.*

De la Vis d'Archimède.

Cette machine inventée par *Archimède* (1), est très-propre à l'élévation des eaux : c'est un cylindre C D (fig. 24, n°. 8 de l'Atlas), qui tourne sur deux pivots, et autour duquel on a roulé en spirale un canal creux C A D E G I : on incline ce cylindre à l'horizon sous un angle d'environ 45 degrés, et l'on fait plonger dans l'eau l'orifice C du canal : ce canal, qui, dans la figure, est ouvert dans toute sa longueur, doit être fermé de toutes parts, excepté à ses deux extrémités. Si, par le moyen d'une manivelle M, ou autrement, on fait tourner la vis, l'eau glisse dans le canal spiral, se porte de spire en spire, et va se décharger par l'autre extrémité I du canal creux. Cette machine est très-simple, et son invention est très-heureuse : l'eau y

(1) C'est, parmi les anciens, à Archimède ; et, parmi les modernes, à Galilée, Toricelli, Descartes, Paschal, Guglielmini et Mariotte, que nous devons les plus belles connoissances sur l'hydrostatique.

monte, non pas en descendant, comme quelques-uns l'on dit, mais par la même force qui tend à la faire descendre; en un mot, par sa pesanteur : en effet, la particule d'eau qui est dans la partie inférieure de la vis, en D, par exemple, ne peut pas demeurer au point D, lorsqu'en tournant la vis, ce point D passe en A, lieu plus élevé que n'étoit le point D, avant qu'on tournât la vis; parce que la pesanteur de cette particule l'oblige de se porter au point qui a succédé au point D à la partie inférieure de la vis; lequel point est plus bas que n'est actuellement le point A, mais en même tems plus haut, plus élevé que n'étoit le premier point D, avant qu'il passât en A; de sorte que cette particule d'eau, tendant toujours à se tenir au lieu le plus bas, se trouve à chaque instant dans des points de plus en plus élevés; et elle y est réellement portée par sa pesanteur : ce que nous disons de cette particule d'eau, on peut le dire de toutes les autres; il faut donc que, pour qu'une substance puisse monter dans la vis d'Archimède, elle soit fluide et pesante.

Cette vis est fort propre à élever une grande quantité d'eau, avec une très-petite force : c'est pourquoi elle peut être très-utile pour vider des lacs et des étangs; mais elle ne peut pas porter l'eau à une grande hauteur, parce que cette vis, étant nécessairement inclinée, ne peut élever l'eau fort haut, sans devenir elle-même fort longue, et par-là très-pesante,

et

et sans courir les risques de se courber, et de perdre son équilibre : ce qui exigeroit alors une très-grande force pour la mettre en jeu.

Des résistances qu'éprouvent les machines, lorsqu'elles sont prêtes à se mouvoir.

Si les matières dont les machines sont composées, étoient parfaitement dures et parfaitement polies, et si les cordes qu'on est souvent obligé d'employer pour transmettre l'action de la force motrice d'une partie de la machine à l'autre, avoient une parfaite flexibilité, la théorie de l'équilibre, que nous venons d'établir, suffiroit, pour déterminer dans chaque cas, la force requise pour contrebalancer une résistance donnée ; et cette force une fois trouvée, on seroit assuré, qu'en augmentant de la plus petite quantité, l'équilibre se romproit, et la résistance seroit vaincue : mais, dans l'état physique et naturel des machines, il s'en faut de beaucoup que les choses soient ainsi. Le frottement des surfaces les unes contre les autres, et la résistance que font les cordes, lorsqu'il s'agit de les faire plier autour des poulies ou machines qu'elles embrassent, s'opposent au mouvement de la machine. La valeur de ces résistances est très-difficile à estimer ; on ne doit donc pas se promettre une théorie rigoureuse sur cette matière qui est mêlée d'un si grand nombre d'accidens et de difficultés physiques, qu'on ne parviendra peut-

être jamais à l'éclaircir complètement. Les principes que nous allons établir ne sont donc pas rigoureusement exacts; mais du moins, ils sont assez conformes à ce que l'expérience nous a appris là-dessus.

La roideur des cordes (seul objet dont nous allons nous occuper ici) dépend principalement de trois choses; 1°. de la force qui tient les cordes tendues; 2°. de la grosseur des cordes; 3°. de la quantité dont on les fait plier. On peut dire, en général, que *la résistance de la roideur des cordes, qui résulte des forces qui tendent ces cordes, croît en raison directe de ces forces;* que *la résistance de la roideur des cordes, qui résulte de leur grosseur, croît seulement comme le diamètre des cordes, et non pas comme leur solidité.* Enfin on peut dire qu'en général, *la résistance qui vient de la roideur des cordes, est en raison composée de la raison directe des forces qui tendent les cordes, de la raison directe des diamètres des cordes, et, à-peu-près, de la raison inverse des diamètres des cylindres.*

CHAPITRE VII.

Des fluides élastiques.

Ces fluides sont tous ceux qui ont pris la forme de l'air de l'atmosphère, et qui en

ont les apparences : il y en a de deux sortes ; les uns sont *permanens*, et les autres *non permanens*.

Avant d'expliquer ce que signifient ces termes, il faut savoir que la matière de la chaleur (qu'on peut aussi appeler la matière du feu, et qu'on appèle maintenant le *calorique*) est un fluide particulier, répandu dans tous les corps de la nature, et qui y existe dans deux états différens, savoir : dans l'état de liberté, et dans l'état de combinaison. La matière de la chaleur, dans l'état de liberté, est celle qui se trouve logée entre les particules des corps, qu'on ne peut point contenir dans un vaisseau fermé, que rien n'arrête, parce qu'elle pénètre avec facilité toutes les substances d'une surface à l'autre : celle-ci seule est capable d'exciter une chaleur sensible à nos organes : cette même matière, dans l'état de combinaison, est celle qui constitue un des principes des corps ; dans cet état, elle n'est qu'une chaleur cachée, une chaleur *latente* ; de sorte qu'un corps, qui en contiendroit une très-grande quantité, ne seroit pas, pour nous, plus chaud, que celui qui n'en contiendroit point du tout : cette matière se dégage souvent dans la décomposition des corps ; alors, de chaleur cachée, elle devient chaleur sensible, en prenant l'état de liberté ; elle devient susceptible d'agir sur les corps placés dans son atmosphère, et le thermomètre en peut mesurer la force. C'est pour

cela que, dans la décomposition des corps, il arrive souvent qu'il y a de la chaleur excitée, comme dans la putréfaction. Au contraire, dans certaines combinaisons, dans lesquelles il y a beaucoup de la matière de la chaleur d'absorbée, il y a refroidissement; comme, par exemple, lorsqu'un corps passe de l'état liquide à celui de vapeur: il ne peut ainsi changer d'état, sans absorber une grande quantité de la chaleur libre, qui se trouve dans les corps qui l'avoisinent; ce qui les refroidit nécessairement.

Nous avons dit qu'il y a des fluides élastiques *permanens*, et d'autres *non permanens*; les premiers sont ceux dans lesquels la matière de la chaleur est dans l'état de combinaison; ceux-ci conservent leur état de fluides élastiques, à quelque température qu'ils soient; c'est pourquoi, on les appèle *permanens*: tels sont l'air et les gaz. Les fluides élastiques *non permanens*, sont ceux dans lesquels une grande quantité de la matière de la chaleur est dans l'état de liberté; ceux-ci ne peuvent conserver leur état de fluides élastiques, qu'autant qu'ils sont peu comprimés, ou qu'ils se trouvent à une température élevée, et plus ou moins élevée, suivant leur nature et leur densité; c'est ce qui les a fait appeler *non permanens*; telles sont toutes les vapeurs. L'éther, par exemple, devient fluide élastique à une élévation de 1400 toises au-dessus du niveau de la mer, par la grande diminution

de la pression qu'il éprouvoit dans le bas : mais, s'il est exposé à toute la pression de l'atmosphère, il lui faut, pour devenir fluide élastique, 38 à 39 degrés de chaleur : l'esprit-de-vin, en pareil cas, en exige 67 à 68 ; l'eau en demande 80 ; mais cette même eau deviendroit fluide élastique à toutes sortes de températures, si l'on supprimoit de dessus sa surface la pression de l'atmosphère : voilà pourquoi elle paroît bouillir dans le vuide.

Il ne sera question ici que des fluides élastiques permanens ; nous parlerons des autres, en traitant de l'eau et de ses effets.

Les fluides élastiques permanens sont tous compressibles, élastiques, transparens, sans couleur (1), invisibles, et incondensables en liqueur par le froid : les uns existent dans la nature, sans le secours de l'art, quoiqu'on puisse se les procurer aussi par ce moyen ; les autres ne sont que le produit de l'art : les uns sont solubles dans l'eau ; les autres y sont tout-à-fait insolubles ; de sorte que, pour se les procurer, il faudra faire usage de moyens différens, suivant la nature du fluide qu'on désirera obtenir, comme nous le dirons ci-après.

Nous diviserons ces fluides en deux classes :

La première classe comprend ceux qui sont

(1) Il faut en excepter le gaz muriatique oxigéné, qui est d'un jaune verdâtre.

vivifians, c'est-à-dire, ceux qui servent, et qui sont essentiels à la respiration des hommes et des animaux, et à la combustion des corps; tels sont, l'*air atmosphérique*, et l'*air pur* ou *vital*, appelé *gaz oxigène*.

La seconde classe comprend ceux qui sont *suffoquans*, c'est-à-dire, ceux qui ne peuvent servir, ni à la respiration des animaux, ni à la combustion des corps; tels sont tous les autres gaz.

Tous ces gaz, ont, comme nous l'avons déja dit, toutes les apparences de l'air; ils en ont même plusieurs propriétés, telles que la transparence, l'invisibilité, la compressibilité, l'expansibilité, et l'élasticité: c'est sans doute la raison pour laquelle MM. *Hales*, *Boyle*, *Priestley*, et plusieurs autres physiciens, ont donné à tous ces fluides le nom d'*air*: mais, comme ils diffèrent beaucoup de ce dernier, par un grand nombre d'autres propriétés, et sur-tout en ce qu'ils sont absolument incapables d'entretenir la vie des animaux et la combustion des corps, on a pensé, avec raison, qu'il falloit ne pas les confondre avec l'air; et, pour les désigner, on a adopté le nom de gaz (1), que *Vanhelmont*, et autres chimistes antérieurs à *Hales*, avoient donné à ceux de ces fluides, qui étoient connus de

(1) Mot emprunté des Hébreux, chez lesquels il signifie l'impureté qui se sépare d'un corps.

leur tems : car, la connoissance générale des gaz est très-ancienne ; elle est antérieure à *Paracelse*. Les chimistes de ces tems-là, sans en distinguer les espèces, les désignèrent en général sous le nom de *spiritus sylvestris*, *esprit sauvage* : Vanhelmont substitua le nom de gaz à celui d'esprit, et conserva l'épithète *sylvestris*. Boyle, Hales, et plusieurs autres qui l'ont suivi, leur ont donné le nom d'*air*. Quoique ces physiciens eussent observé différentes propriétés de ces fluides, ils les ont cependant tous regardés comme le même, mais plus ou moins vicié par des matières hétérogènes : la distinction de leurs différentes espèces, et la connoissance de plusieurs de leurs propriétés, sont dues sur-tout à M. Priestley, qui a fait sur ces gaz un très grand nombre de belles expériences, et avec un appareil très simple de son invention, qu'on a appelé *appareil pneumato-chimique*, et qui a été adopté, avec raison, par tous les physiciens qui ont travaillé depuis cette matière. Priestley a donné la description de cet appareil, les manipulations, et les résultats de ces expériences, dans un ouvrage en trois volumes, traduit de l'anglais par M. Gibelin, et intitulé : *Expériences et Observations sur différentes espèces d'air*. Nous pensons que le lecteur sera bien aise de trouver ici la description de cet appareil, ainsi que celle des instrumens dont on fait usage pour recueillir ces substances aëriformes, les mesurer, les mêler,

les combiner les unes avec les autres, ou avec d'autres substances, et enfin pour faire les expériences qui tendent à faire connoître les différentes propriétés de ces fluides : nous avons dit ci-dessus que, parmi ces fluides, les uns sont insolubles dans l'eau, et les autres y sont solubles. Il faut donc, pour les extraire, deux appareils : l'un à l'eau, pour ceux qui y sont insolubles ; et l'autre, au mercure, pour ceux qui ne pourroient être reçus sous l'eau.

L'appareil à l'eau consiste en une cuvette de bois A B C D (fig. 13, n°. 6 de l'Atlas), doublée de plomb, d'environ 18 pouces de largeur, d'autant de profondeur, et de 30 ou 36 pouces de longueur. A l'un de ses petits côtés A B, en dedans, et à environ 15 lignes de son bord supérieur, est placée, entre deux tassaux, une planche épaisse E F, percée de deux trous ronds, a, b, de 4 ou 5 lignes de diamètre, et évasés par dessous en forme d'entonnoir, et de plusieurs oblongs c, d, dont nous verrons l'usage ci-après. Cette cuvette est portée sur quatre pieds G H I K, qui se montent à vis, et qui servent à la mettre à une hauteur commode pour le physicien qui en fait usage : tout cela ainsi ajusté, on remplit la cuvette d'eau claire, de manière qu'il y en ait 10 ou 12 lignes, au-dessus du plan supérieur de la planche E F.

Tout cela ainsi disposé, on est en état d'extraire des gaz des substances qui peuvent les fournir. Pour cela, il faut avoir plusieurs clo

ches de verre (figure 14, n°. 6 de l'Atlas), plus longues que larges : il est bon qu'elles n'aient que 3 à 4 pouces de diamètre, pour pouvoir les manier plus commodément ; et il faut qu'elles n'aient qu'une hauteur, telle qu'on puisse les retourner facilement dans une cuvette : ce sont là les vases dans lesquels on recevra les gaz. Supposons qu'on veuille se procurer celui qui se dégage par l'effervescence d'un carbonate alkalin ou calcaire avec les acides : on commence par remplir d'eau en entier, dans la cuvette même, la cloche (figure 14) et ; après l'avoir retournée, l'ouverture en bas, on la glisse sur la planche E F (figure 13,), ayant soin que son ouverture ne sorte pas de l'eau, et on la place sur un des trous C ou D : ce vase reste ainsi entièrement plein d'eau, laquelle y demeure suspendue par la pression de l'atmosphère sur l'eau de la cuvette. Après quoi, l'on met du carbonate alkalin ou calcaire dans un flacon A (figure 13), dans le goulot duquel est engagé un tuyau de verre recourbé B C D, et qui a sur son épaississement un trou rond, ou un second goulot, dans lequel est placée la tige d'un entonnoir E, bouchée avec un petit tuyau de verre F, garni de cire molle par le bout inférieur. On met dans cet entonnoir de l'acide, qui doit être fort affoibli avec de l'eau, afin d'éviter une effervescence trop prompte et trop violente : on laisse tomber une por-

tion de cet acide sur le carbonate, en soulevant pour un instant le petit tuyau de verre F; on laisse échapper les premières vapeurs pour chasser l'air qui est dans le flacon; lorsqu'on juge qu'il est entièrement sorti, on engage le bout D du tuyau recourbé sous le trou C ou D de la planche F L (fig. 13, n°. 6 de l'Atlas) sur lequel est placée la cloche (fig. 14, n°. 6 de l'Atlas), et l'on soutient le flacon sur un guéridon, ou une table, ou autrement. Alors, la dissolution et l'effervescence continuant à se faire, le gaz qui s'en dégage, s'échappe avec rapidité par le tuyau recourbé B C D (fig. 13, n°. 6 de l'Atlas), et par sa légèreté respective, traverse l'eau sous la forme de bulles d'air, va se placer à la partie supérieure de la cloche et, en vertu de son élasticité, fait baisser l'eau dans la cloche, à mesure qu'elle s'y introduit. Pour continuer l'opération, on débouche de tems en tems la tige de l'entonnoir C, pour faire passer de nouvel acide dans le flacon, sans cependant y laisser rentrer de l'air, et faire par là continuer l'effervescence et le dégagement du gaz: on peut, de cette manière, extraire la quantité de gaz que l'on désire se procurer.

Tous les gaz qui s'extraient des différentes substances, métalliques ou autres, par le moyen des acides, se recueillent par le même procédé.

A l'égard des solubles dans l'eau, tels que les gaz acides ou alkalins, et qui ne sont que la substance elle-même qui les fournit, com-

binée avec la matière de la chaleur, on ne peut pas les recevoir dans l'eau comme les autres ; ils se combineroient sur-le-champ avec elle, et redeviendroient par cette combinaison, la substance même dont on les auroit tirés. Pour ceux-ci, il faut l'appareil au mercure. Cet appareil est construit sur les mêmes principes que l'appareil à l'eau, avec cette différence, qu'à cause du grand prix et du poids excessif du mercure, on le fait beaucoup plus petit : sa cuvette ne doit point être de métal, mais de fayence ou de porcelaine, ou de marbre, ou de pièces de bois dur et compacte, solidement et parfaitement assemblées. Les vases dans lesquels on met les substances dont on tire ces gaz, sont ordinairement de petites cornues de verre O M (fig. 4, n°. 5 de l'Atlas) au bout du col M, desquelles est luté un tube de verre recourbé M N. On fait chauffer la cornue sur un petit réchaud, ou par le moyen de la flamme d'une bougie ; et l'on engage le bout N du tube sous la petite cloche remplie du mercure, après avoir laissé échapper tout l'air qui étoit dans la cornue. Par ce petit degré de chaleur, la substance que l'on a mise en expérience, prend la forme gazeuse et aërienne, et passe ainsi sous la cloche, en faisant baisser le mercure qui la remplit.

Si l'on veut extraire plusieurs espèces de gaz en même tems, on le peut faire avec les mêmes appareils. C'est pour cela qu'on pratique à la planche E F (fig. 1re, voyez l'Atlas

n°. 5) plusieurs trous oblongs C, D, destinés à introduire le bout D du tube recourbé de la figure 4, sur lequel on place une cloche pleine d'eau ou de mercure : dans ce cas là, il faut avoir soin, pour éviter la confusion de coller sur chaque cloche, une étiquette qui indique l'espèce de gaz auquel elle est destinée.

Un grand nombre de cloches, ainsi remplies de gaz, et placées sur la planche E F (fig. 13 : voyez l'Atlas n°. 6) deviendroit embarrassant : on peut s'en débarrasser de la manière suivante, et conserver les gaz qu'elles contiennent : on coule sous la liqueur de la cuvette une soucoupe ou une assiette, etc. ; lorsqu'elle est submergée, on glisse par-dessus la cloche pleine de gaz dont on veut débarrasser la planche, et l'on enlève ainsi la cloche placée debout sur la soucoupe qui lui sert de support.

Si l'on veut faire passer un gaz d'un vase dans un autre, on remplit celui-ci de la liqueur de la cuvette, et on le place debout sur la planche E F (fig. 13 : voyez l'Atlas n°. 6) au-dessus de l'un des trous A ou B, comme nous avons dit qu'on le fait pour l'extraction des gaz ; ensuite on plonge le vase qui contient le gaz qu'on veut transvaser, et on l'incline doucement sous le trou de la planche, sur lequel est placé le vase plein de liqueur : alors le gaz monte par bulles, et va prendre la place de la liqueur, en la faisant baisser : un peu d'habitude rendra cette manipulation très-facile. On peut, par le même procédé, mettre

des gaz en bouteilles, pour les transporter au loin; mais il faut avoir soin de les bien boucher, avant de faire sortir leur goulot de la liqueur de la cuvette, dont on a laissé une très-petite quantité dans la bouteille, et les tenir ensuite dans une situation à-peu-près verticale, le goulot en bas.

On peut encore, par la même manipulation, mêler ensemble différentes espèces de gaz: pour cela, on remplit de la liqueur de la cuvette un vase (fig. 17, n°. 6 de l'Atlas), et on le place sur le trou A ou B de la planche E F (fig. 12, n°. 6) ensuite, on remplit, par le procédé décrit ci-dessus, successivement toujours à la sixième planche des différentes espèces de gaz que l'on veut mêler, la petite mesure (fig. 18, n°. 18), et on la fait passer sous le vase dans lequel on veut faire le mélange, en l'inclinant doucement sous le trou de la planche sur laquelle ce vase est placé: de cette façon, la mesure de gaz passe dans ce vase, et en va occuper la partie supérieure: on en met de chaque espèce autant de mesures que l'on veut, et l'on fait ainsi le mélange dans des proportions connues.

Par tous les procédés que nous venons de décrire, on peut, comme l'on voit, d'une manière simple et commode, recueillir, conserver, transvaser, transporter, mélanger les différentes espèces de gaz.

Nous avons dit ci-dessus que les gaz ou fluides *suffoquans* composent la seconde classe

des fluides élastiques : nous les divisons en trois ordres ; le premier comprend ceux qui ne sont point salins, c'est-à-dire, qui ne sont ni acides ni alkalins : le second contient ceux qui sont salins, c'est-à-dire, ou acides, ou alkalins : le troisième comprend ceux qui sont inflammables, et qu'on appèle *hydrogènes*.

Ordre premier : les gaz non salins sont au nombre de trois ; savoir : le gaz *azotique*, ou atmosphérique, qu'on appèle aussi *mofette* ; le *gaz nitreux*, et le *gaz muriatique oxigéné*.

Ordre second : les gaz salins sont au nombre de cinq ; savoir : le gaz acide carbonique, le gaz acide muriatique, le gaz acide sulfureux, le gaz acide fluorique, et le gaz ammoniacal, ou alkalin.

Ordre troisième : les gaz inflammables ou hydrogènes sont tous de la même espèce, mais il y en a de plusieurs variétés : on a donc le gaz hydrogène pur, dont les variétés sont le gaz hydrogène sulfuré, le gaz hydrogène phosphoré, le gaz hydrogène carboné, le gaz hydrogène carbonique, et le gaz hydrogène des marais.

Table méthodique des Fluides élastiques.

Fluides élastiques.

Vivifians . . . . classe 1re.

Air atmosphérique. . . . . 1.
Air pur ou vital, dit *gaz oxigène*. . . . . 2.

Suffoquans . . . classe 2.
Non salins . . . . . *ordre* 1er.
Gaz azotique. . . . . 3.
Gaz nitreux . . . . . 4.
Gaz muriatique oxigéné. . . . . 5.
salins . . . . . *ordre* 2.
Gaz acide carbonique. . . . . 6.
Gaz acide muriatique . . . . . 7.
Gaz acide sulfureux . . . . . 8.
Gaz acide fluorique . . . . . 9.
Gaz ammoniacal . . . . . 10.
inflammables ou hydrogènes . . . *ordre* 3.
Gaz hydrogène pur . . . . . 11.
Gaz hydrogène sulfuré. . . . . 12.
Gaz hydrogène phosphoré . . . . . 13.
Gaz hydrogène carboné . . . . . 14.
Gaz hydrogène carbonique. . . . . 15.
Gaz hydrogène des marais . . . . . 16.

Comme nous allons nous servir ici d'une langue nouvelle, il est bon d'en prendre une notion préliminaire, en jetant un coup-d'œil sur les synonymies anciennes et nouvelles, placées ci-devant en tête de ce traité de physique. Tous les fluides élastiques sont composés d'une bâse, soit simple, soit qu'elle-même soit composée, combinée avec la matière de la chaleur; pour abréger, on appèle *le calorique*: ces fluides ne sont point contenus en entier dans les substances dont on fait usage pour les extraire; il n'y a que leurs bâses qui y soient contenues, lesquelles, dans le tems de l'extrac-

tion, se combinent avec le calorique, et prennent par-là la forme de fluides élastiques.

. . . . . .

Bâses des Fluides élastiques.

. . . . . .

1°. L'air atmosphérique est composé de deux fluides simplement mêlés ensemble, dont l'un est pur ou vital, appelé *gaz oxigène*, et l'autre une mofette appelée *gaz azotique* ou atmosphérique; 28 parties du premier, et 72 de l'autre : ainsi, la bâse est composée de l'*oxigène* et de l'*azote*;

2°. La bâse de l'air pur, ou gaz oxigène, est le principe acédifiant, sans lequel il n'y a point d'acide, et qu'on appèle, pour cette raison, *oxigène*, c'est-à-dire, *générateur des acides*;

3°. La bâse du gaz azotique est, lorsque ce gaz est seul, un être incapable d'entretenir la vie des animaux; c'est pourquoi on lui a donné le nom d'*azote*, c'est-à-dire, privatif de la vie. Il est vrai que ce nom convient aussi à tous les fluides suffoquans; mais, comme celui-ci est le plus commun; qu'il nous environne continuellement (et l'on verra par la suite qu'il ne nous est pas inutile), on lui a donné ce nom, plutôt qu'aux autres;

4°. La bâse du gaz nitreux est ce même *azote*, combiné avec un peu d'*oxigène*;

5°. La bâse du gaz muriatique oxigéné est l'*acide muriatique*, surchargé d'*oxigène*, et déflegmé.

6°.

6°. La bâse du gaz acide carbonique, est l'*oxigène*, qui tient du *carbone* en dissolution; lequel carbone est du charbon dans son état de pureté;

7°. La bâse du gaz acide muriatique, est l'*acide muriatique*, privé de l'eau surabondante à son essence;

8°. La bâse du gaz acide sulfureux, est l'*acide sulfurique*, connu sous le nom d'acide vitriolique, mais qui a perdu une partie de son *oxigène*, ou qui est surchargé de *soufre*; qui, par-là, est devenu acide sulfureux, et qui est privé de l'eau surabondante à son essence;

9°. La bâse du gaz acide fluorique, connu sous le nom de gaz acide spathique, est l'acide fluorique, privé de l'eau surabondante à son essence;

10°. La bâse du gaz ammoniacal, est l'*ammoniaque*, ou alkali volatil caustique, privé de l'eau surabondante à son essence.

Ces quatre derniers gaz sont des acides, ou des alkalis, aussi concentrés qu'ils puissent l'être, puisqu'ils sont privés de toute leur eau surabondante;

11°. La bâse du gaz hydrogène pur, est une substance inconnue, à laquelle on a donné le nom d'*hydrogène*, c'est-à-dire, *générateur de l'eau*.

12°. La bâse du gaz hydrogène sulfuré, connu sous le nom de gaz hépathique, est l'*hydrogène* qui tient du *soufre* en dissolution;

13°. La bâse du gaz hydrogène phosphoré,

est l'*hydrogène* qui tient du *phosphore* en dissolution ;

14°. La bâse du gaz hydrogène carboné, est l'*hydrogène* qui tient du *carbone* en dissolution ;

15°. La bâse du gaz hydrogène carbonique, est l'*hydrogène* mêlé en différentes proportions avec la bâse du gaz acide carbonique, c'est-à-dire, avec l'*oxigène* tenant du *carbone* en dissolution ;

16°. La bâse du gaz hydrogène des marais, est l'*hydrogène* mêlé en différentes proportions avec la bâse du gaz *azotique*, c'est-à-dire, avec l'*azote*.

Composition des Acides, etc.

Tous les acides sont composés d'une bâse combinée avec l'oxigène; le tout dans l'eau.

L'acide carbonique, est composé d'*oxigène* combiné avec du *soufre* et de l'eau.

L'acide sulfureux, est le même que l'acide sulfurique ; mais il tient moins d'*oxigène* ou plus de *soufre*.

L'acide fluorique, est composé d'*oxigène*, combiné avec une bâse jusqu'à présent inconnue, et de l'eau.

L'acide muriatique, est composé d'*oxigène*, combiné avec une bâse encore inconnue, et de l'eau.

On ne peut pas connoître ces bâses, parce

qu'on ne peut pas les séparer de l'oxigène, sans les fixer dans une autre substance.

L'acide muriatique oxigéné, est de l'acide muriatique surchargé d'*oxigène*, et qui paroît avoir perdu par-là la plus grande partie de son acidité.

L'acide nitrique, est composé d'*oxigène* combiné jusqu'à saturation, avec la bâse du gaz nitreux, qui est de l'*azote* déja combiné avec un peu d'*oxigène*, et de l'eau.

L'acide nitreux, est le même que l'acide nitrique; mais il tient moins d'*oxigène* ou plus d'*azote*.

L'acide nitro-muriatique, dit *eau régale*, est composé de l'acide nitrique et de l'acide muriatique : ni l'un, ni l'autre de ces acides, ne peut dissoudre l'or; mais, par leur mélange, il se forme un nouveau composé, qui est le dissolvant de l'or. L'acide muriatique, dont la bâse a une très-grande affinité avec l'oxigène, se combine donc avec celui de l'acide nitrique; et devient l'acide muriatique surchargé d'oxigène propre à dissoudre l'or, la platine, etc.

L'acide phosphorique, est composé d'*oxigène* combiné avec du *phosphore*, et de l'eau.

L'acide phosphoreux, est le même que l'acide phosphorique; mais il tient moins d'*oxigène* ou plus de *phosphore*.

L'ammoniaque, est composé d'une partie d'*hydrogène*, de six parties d'*azote*, et d'eau.

L'eau est composée de 85 parties d'*oxigène*,

et de 15 parties d'*hydrogène*, mesurant par le poids.

La connoissance des parties constituantes de toutes ces liqueurs, nous mettra en état de mieux entendre ce qui arrive dans leur combinaison avec d'autres substances.

Passons maintenant à l'examen de la nature et des propriétés des fluides élastiques.

CLASSE PREMIÈRE.

Fluides élastiques vivifians.

Ces fluides sont ceux qui, non-seulement servent, mais qui sont essentiels à la respiration des hommes et des animaux, et à la combustion des corps : tels sont, l'air atmosphérique, et l'air pur ou vital, ou gaz oxigène.

I. *Air atmosphérique.*

L'air de l'atmosphère a été long-tems regardé comme un *élément*, comme un être dont toutes les parties, semblables entr'elles, étoient simples et indécomposables : aujourd'hui, l'on a des preuves certaines que l'air atmosphérique est un composé au moins de deux fluides élastiques très-différens ; savoir : de l'air pur ou vital, fluide absolument essentiel à la respiration des animaux et à la combustion des corps, et d'une mofette, appelée *gaz-*

azotique, fluide dans lequel les corps embrâsés sont éteints sur-le-champ, et les animaux promptement suffoqués : le premier de ces fluides est détruit ou absorbé par la combustion d'un corps quelconque ; le second résiste à cette épreuve, comme le prouve l'expérience suivante :

Expérience. Sur la planche E F (fig. 1re., n°. 7 de l'Atlas) de l'appareil *pneumato-chimique*, mettez une cloche de verre (fig. 2, n°. 7) pleine d'air atmosphérique, qui couvre une bougie allumée, flottante sur une petite rondelle de bois ; dans le premier instant, une petite partie de l'air, raréfié par la chaleur, sortira par le dessous de la cloche ; ensuite, l'activité de la flamme de la bougie ira toujours en diminuant, jusqu'à ce qu'enfin la bougie s'éteigne, pendant lequel tems l'eau de la cuvette montera dans la cloche.

Lorsque le tout sera refroidi, et revenu à la température qui existoit avant de commencer l'expérience, vous trouverez environ le quart de la capacité de la cloche rempli d'eau : cet eau a pris la place du fluide absorbé ; ce qui reste n'est plus qu'une mofette, capable de suffoquer les animaux, et d'éteindre les corps embrâsés. En effet, dans l'air bien constitué, sur cent parties en volumes, il y en a 128 d'air vital, et 72 de mofette ou gaz azotique. La mofette qui demeure sous la cloche, n'est pas pure : dans ce cas-là, elle se trouve mêlée avec un autre fluide élastique,

dont nous parlerons ci-après, qui est le gaz acide carbonique, qui est toujours produit par tous les corps qui brûlent; mais, comme ce gaz est soluble dans l'eau, et que la mofette ne l'est pas, il est aisé de se procurer la mofette pure, en l'agitant fortement dans cette liqueur. On peut plus sûrement absorber le gaz acide carbonique par l'eau de chaux, comme nous le prouverons ci-après.

L'air atmosphérique n'est donc pas un être dont toutes les parties sont homogènes, puisque les unes sont absorbées par la combustion d'un corps, et que les autres sont inaltérables par cette épreuve : il n'y a donc dans l'air atmosphérique, qu'environ un quart qui soit propre à la respiration et à la combustion, tandis que les trois autres quarts ne le sont pas.

Examinons maintenant séparément les deux fluides qui composent l'air atmosphérique.

II. *Air pur ou vital, appelé* gaz oxigène.

L'air pur ou vital est composé d'une bâse appelée *oxigène*, combinée avec une grande quantité de la matière de la chaleur ou de calorique : cette bâse a été appelée *oxigène*, c'est-à-dire, *générateur des acides*, parce que cette bâse est le vrai principe acidifiant, le principe sans lequel il n'y a point d'acide.

C'est ce fluide que M. Priestley, et plusieurs autres après lui, ont si mal-à-propos appelé *air déphlogistiqué*.

On peut le retirer, par la chaleur, de beaucoup de substances, mais sur-tout de l'oxide natif de manganèse, et des oxides métalliques qu'on peut revivifier sans addition de matière inflammable, tels que les oxides de mercure. Le précipité *per se*, qui est un oxide de mercure, et le précipité rouge, ou le mercure calciné par l'acide nitrique, en fournissent une grande quantité.

Expérience. Dans un petit matras A B (fig. 7, n°. 7 de l'Atlas) au col duquel vous adapterez un tube recourbé C D, mettez une once d'oxide de mercure rouge par le feu, faites-le chauffer sur un réchaud R; et, après que tout l'air atmosphérique, qui remplit le matras, en sera sorti, engagez l'extrémité D du tube recourbé sous une cloche (fig. 2, n°. 7) remplie de la liqueur de la cuvette (fig. 1ere., n°. 7), et placée sur la planche E F, au-dessus du trou oblong C ou D.

A mesure que le mercure se revivifiera et redeviendra coulant, vous verrez se dégager et passer dans la cloche un fluide compressible, élastique, transparent, sans couleur et invisible, qui est l'air le plus pur et le plus respirable qu'on puisse se procurer, en un mot, l'air pur ou vital, ou gaz oxigène.

On l'obtiendra, par le même procédé, de l'oxide natif de manganèse, ou du minium, qui est un oxide de plomb, arrosé d'acide nitrique: dans ce dernier cas, c'est cet acide qui fournit la plus grande partie de l'oxigène.

Pour bien entendre ces effets, il faut savoir que ce fluide n'est point contenu en entier dans ces corps : il n'y en a que la bâse, qui est l'oxigène ; car, les métaux ne se calcinent ou ne se brûlent qu'en se combinant avec l'oxigène, qui y devient solide, et leur ajoute son poids : cet oxigène est ensuite chassé par la chaleur, qui, en se combinant avec lui, le fait passer à l'état de fluide élastique ; et voilà l'air pur : pendant ce tems-là, le métal, perdant l'oxigène qui l'avoit réduit à l'état d'oxide, reprend son éclat métallique, et perd le poids qu'il avoit acquis en devenant oxide.

Toutes les combustions ne sont donc qu'une combinaison de l'oxigène avec le corps combustible ; ce n'est donc point le corps combustible qui est décomposé, c'est l'air pur : ainsi, on pourroit dire que, dans toutes les combustions, il n'y a que l'air pur de brûlé.

L'air pur émane aussi des plantes vertes exposées au soleil avec de l'eau, et non des fleurs, ni des racines, comme l'a prouvé *Inghen-Houze* : dans cette opération, les feuilles des végétaux décomposent l'eau, en absorbant l'hydrogène, l'une de ses parties constituantes ; et en laissant dégager, dans l'état d'air pur, l'oxigène, autre partie constituante de cette liqueur : la lumière contribue à cette décomposition, puisqu'elle n'a pas lieu sans son contact, comme l'a encore prouvé *Inghen-Houze*.

Souvent l'air pur qu'on obtient de différentes substances, est mêlé d'un peu de mofette ; il

n'y a que celui qu'on retire de l'oxide de mercure rouge par le feu, de l'oxide natif de manganèse et des plantes vertes, qui en soit exempt.

L'air pur, est un peu plus pesant que l'air atmosphérique : sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 108 ½ est à 100; et à celle de l'eau distillée, comme 13,3929 est à 10000,0000 de grain; et le pied cube 1 once 4 gros; tandis que la pesanteur spécifique de l'air atmosphérique, comparée à celle de l'eau, est comme 12,3233 est à 10000,0000. Le pouce cube de cet air ne pèse que 0,4601 de grain, et le pied cube 1 once 3 gros 3 grains.

L'air pur ne donne aucun signe d'acidité, quoiqu'il soit le générateur de tous les acides, le principe sans lequel il n'y a point d'acide; car, il ne rougit point les couleurs bleues des végétaux, comme le font tous les acides.

Expérience. Que l'on mette un peu de teinture de tournesol, délayée d'eau, dans un tube plein d'air pur, la couleur n'en sera pas changée.

L'air pur seul n'est point absorbé par l'eau, il n'y est point du tout soluble; mais il est absorbé presqu'en entier par le gaz nitreux, avec lequel il se combine, comme nous le verrons en traitant du gaz nitreux; et cette combinaison est soluble dans l'eau, et forme l'acide nitreux; car, cet acide est composé de la bâse

du gaz nitreux, combinée avec l'oxigène, le tout dissous dans l'eau.

L'air pur sert éminemment à la respiration : les animaux y vivent bien plus long-tems, qu'ils ne feroient dans une même quantité d'air atmosphérique.

L'air pur est donc le seul fluide propre à l'entretien de la vie des animaux ; en voici la raison : il faut beaucoup de calorique pour l'entretien de la vie ; l'air pur est le seul qui en puisse fournir ; 1°. parce qu'il en contient beaucoup plus que les autres fluides élastiques ; 2°. parce que sa bâse a une grande affinité avec le carbone et l'hydrogène, que n'ont pas les bâses des autres gaz. Or, il se dégage du sang dans les poumons une certaine quantité d'hydrogène carbone : l'air pur respiré se combine donc avec ces deux substances, l'hydrogène et le carbone : une partie de cet air, en se combinant avec le carbone, forme, en abandonnant une partie de son calorique, du gaz acide carbonique (ceci peut être regardé comme une vraie combustion du carbone) : une autre partie de l'air pur se combine avec l'hydrogène, et forme de l'eau, en abandonnant tout son calorique ; ce sont ces deux portions de calorique abandonné, qui entretiennent la chaleur animale et la vie ; voici les preuves de tout cela :

On observe que le gaz acide carbonique, formé pendant la respiration, n'est qu'environ les quatre cinquièmes du volume de l'air pur

consommé : donc une portion de cet air, qui entre dans les poumons, n'en sort pas dans l'état élastique : c'est la bâse de cette portion, qui, en se combinant avec l'hydrogène, forme de l'eau ; cet hydrogène abandonne donc le carbone, qui, en se combinant avec l'air pur, forme le gaz acide carbonique expiré.

On sait que le sang, lorsqu'il passe dans les veines capillaires, prend une couleur livide et foncée : cette couléur vient de ce qu'il s'y charge d'hydrogène carboné; car, si l'on met du sang artériel en contact avec du gaz hydrogène, il absorbe ce fluide, et prend la couleur livide et foncée du sang veineux, occasionnée sans doute par le carbone.

On sait aussi que, lorsque le sang traverse les poumons, il devient d'un beau rouge vermeil : cela vient de ce qu'il s'y défait d'une partie de son hydrogène carboné ; car, si l'on met du sang veineux en contact avec de l'air pur, il le convertit, en partie, en gaz acide carbonique, et acquiert la couleur vermeille: ces effets ont lieu, quoiqu'on interpose une vessie mince entre le sang et le gaz ; cela peut donc avoir lieu de même dans les poumons, au travers des vaisseaux sanguins; donc 1°. le sang artériel éprouve, dans les veines, un changement de couleur, en se combinant avec un nouvelle quantité d'hydrogène carboné; 2°. le sang veineux, en passant dans les poumons, reprend la couleur vermeille, parce qu'il cède à l'air pur une portion de son

hydrogène carboné. Et, comme le gaz hydrogène, retiré des matières animales, tient du carbone en dissolution, il en résulte que, pendant la respiration, l'air pur se combine avec l'hydrogène carboné dégagé du sang, et *forme du gaz acide carbonique avec le carbone, et de l'eau avec l'hydrogène.*

Dans l'acte de la respiration, l'air pur remplit quatre fonctions : 1°. *il fournit du calorique*, qui répare la perte de chaleur que nous éprouvons continuellement de la part de l'atmosphère et des corps environnans ; 2°. *il fournit de l'eau*, qui humecte le sang ; 3°. *il enlève du carbone*, dont l'abondance pourroit être nuisible ; 4°. *il procure au sang artériel la couleur vermeille*, en lui enlevant une partie de son hydrogène carboné.

L'air pur est le seul fluide élastique dans lequel les corps puissent brûler ; car, dans l'air atmosphérique, dans lequel les corps brûlent aussi, il n'y a que l'air pur qui s'y trouve, qui soit propre à la combustion, parce que la combustion n'est qu'une combinaison de l'oxigène avec le corps combustible ; mais, lorsque l'air pur est dégagé de tout autre fluide, la combustion s'y fait avec beaucoup de chaleur et de lumière : ces deux phénomènes sont dus à la séparation rapide de la matière de la chaleur ou calorique, qui prend l'état de liberté, en quittant la bâse de cet air, à mesure que cette bâse (l'oxigène) se fixe dans le corps qui brûle. Si l'on souffle le feu avec l'air pur,

on en augmente considérablement l'activité, comme cela a été prouvé par MM. *Priestley* et *Lavoisier :* ce dernier a, par ce procédé, fait fondre, en moins d'une demi-minute, la platine en bain parfait ; ce qu'on n'a pas encore pu faire jusqu'ici avec les verres ardens les plus forts.

L'air pur est donc composé d'oxigène combiné avec une grande quantité de calorique, et de plus, suivant quelques-uns, avec la lumière. Dans la respiration, l'air pur perd une partie de son calorique, qui s'en sépare pour l'entretien de la vie de l'animal ; et cet air pur, ainsi dépouillé d'une partie de son calorique, devient gaz acide carbonique, en se combinant avec le carbone qui se trouve dans le sang et les poumons ; car, le gaz acide carbonique, pour avoir la forme gazeuze, n'a pas besoin d'une aussi grande quantité de calorique qu'en exige l'air pur : de sorte que, ce que l'animal expire, est du gaz azotique, mêlé de gaz acide carbonique.

La bâse de l'air pur ou l'oxigène, est une des parties constituantes de l'eau : cette bâse, combinée avec celle du gaz hydrogène ou inflammable, forme de l'eau : nous prouverons ceci clairement par la suite.

CLASSE II.

Fluides élastiques suffoquans.

Ces fluides sont ceux qui ne peuvent servir ni à la respiration des animaux, ni à la combustion des corps; tels sont les gaz dont nous allons parler.

ORDRE PREMIER.

Gaz non salins.

Ce sont ceux qui ne sont ni acides, ni alkalins.

Gaz azotique.

Le gaz azotique ou atmosphérique, que le célèbre Lavoisier a désigné sous le nom de *moffette*, est la partie non respirable de l'atmosphère, dont elle forme à-peu-près les trois quarts : c'est ce fluide que M. Priestley avoit appelé *air phlogistiqué*, parce qu'il avoit cru qu'il n'étoit que de l'air altéré par le phlogistique dégagé des corps en combustion, ou des matières odorantes, etc; mais il est bien prouvé maintenant que ce fluide est tout formé dans l'atmosphère, et qu'il reste entier à mesure que l'air pur est absorbé.

Le gaz azotique est composé d'une bâse appelée *azote*, combinée avec le calorique :

on a donné à cette bâse le nom d'*azote*, c'est-à-dire, privatif de la vie, parce que les animaux ne peuvent vivre dans ce fluide, lorsqu'il est seul.

Le gaz azotique est le résidu de la respiration des animaux, de la combustion des corps et de la putréfaction, parce que, dans tous ces cas, l'air pur est absorbé ou détruit. Dans la respiration, une portion du calorique de l'air pur demeure pour l'entretien de la vie; et l'oxigène, en se combinant avec la matière charboneuse, que les chimistes prétendent se trouver dans le sang et les poumons, et qu'ils appèlent *carbone*, devient le gaz acide carbonique, que les animaux expirent conjointement avec le gaz azotique. Dans la combustion et la putréfaction, l'oxigène se combine en partie avec le corps qui brûle ou qui pourrit; et le reste de cet oxigène se combine avec le carbone que fournissent ces substances; d'où il suit que, dans tous ces cas, le gaz azotique est mêlé de gaz acide carbonique, comme nous l'avons annoncé ci-dessus.

Il y a plusieurs moyens de se procurer le gaz azotique pur; le plus usité est le procédé de *Schéelle*, qui consiste à exposer du sulfure liquide, à une quantité déterminée d'air atmosphérique, sous des cloches de verre : le sulfure en absorbe peu-à-peu l'oxigène; et, lorsque l'absorption est complète, le gaz azotique demeure pur. On l'obtient aussi, d'après la découverte du savant *Bertholet*, en traitant

la chair musculaire, ou la partie fibreuse du sang bien lavée, avec l'acide nitreux, dans l'appareil pneumato-chimique, parce que la bâse de ce gaz entre dans la composition des chairs, et sert à les animaliser; mais il faut que les matières animales soient bien fraîches; car, si elles sont altérées, elles fournissent du gaz acide carbonique, mêlé au gaz azotique.

On trouvera encore ce gaz pur dans le résidu de l'air, qui a servi à la l'oxidation des métaux, et de l'air qui a été mêlé en juste proportion avec le gaz nitreux; parce que les métaux et le gaz nitreux se combinent avec l'oxigène, bâse de l'air pur : il ne reste après cela que le gaz azotique.

Le célèbre *Fourcroy* a découvert que les vessies natatoires des poissons, sont pleines de ce gaz, et qu'il suffit, pour les recueillir, de crever ces vessies sous des cloches pleines d'eau.

Le gaz azotique est un peu plus léger que l'air atmosphérique; et, lorsqu'il est pur, il n'a aucune odeur ni saveur sensible.

Il n'est point soluble dans l'eau, ou du moins très-peu; il ne donne aucun signe d'acidité; il ne rougit point les couleurs bleues des végétaux; il ne précipite point la chaux dissoute dans l'eau. Le gaz azotique éteint subitement les corps embrâsés; il tue avec beaucoup de promptitude et d'énergie les animaux qu'on y plonge. Le gaz azotique se rétablit, et devient respirable par la végétation de la verdure,

dure, parce que ces végétaux fournissent de l'air pur, en absorbant l'hydrogène de l'eau qui sert à la végétation, et laissant l'oxigène libre : en effet, si avec 72 parties de ce gaz, on mêle 28 parties d'air pur, on en fera un air semblable à celui de l'atmosphère, et respirable comme lui.

Gaz nitreux.

Le gaz nitreux a été découvert par *Hales*, mais M. *Priestley* a fait connoître la plupart de ses propriétés; il n'existe point dans la nature, sans le secours de l'art; il est une des parties constituantes de l'acide nitreux; ou, pour mieux dire, il est lui-même de l'acide nitreux, mais privé de la plus grande partie de son oxigène; ce qui fait qu'il cesse d'être acide : il est donc composé de la même bâse que celle de l'acide nitreux (qui est de l'azote tenant dans l'état de gaz un peu d'oxigène), et combinée avec le calorique. Dans cet état, il n'est point soluble dans l'eau; mais, si on lui fournit de l'oxigène, en se combinant avec lui, il devient acide et très-soluble dans l'eau.

Il est aisé de se convaincre que la bâse de l'acide nitreux est de l'azote tenant de l'oxigène, mais non pas jusqu'à saturation, qui en feroit de l'acide nitrique. Il est aisé de s'en convaincre, disons-nous, et par l'analyse et par la synthèse; 1°. par l'analyse : on peut décomposer l'acide nitreux et le réduire d'abord

à l'état de gaz nitreux, en le faisant agir sur un métal, comme, par exemple, du cuivre, qui lui enlève une grande partie de son oxigène; après quoi on expose ce gaz nitreux sur du sulfure alkalin, qui lui ôte ce qui lui reste d'oxigène, et il ne lui reste plus que du gaz azotique; donc, etc.; 2°. par la synthèse: M. *Cawendish* a formé de l'acide nitreux, en exposant à l'action des étincelles électriques un mélange de sept parties d'air pur et de trois parties de gaz azotique: donc, la bâse du gaz nitreux est de l'azote combiné avec un peu d'oxigène.

On dégage donc le gaz nitreux de l'acide nitreux, que l'on fait agir sur des matières combustibles. Ces matières se combinent avec plus ou moins de son oxigène, tandis que sa bâse, ou l'azote, qui retient une partie de l'oxigène, se combinant avec le calorique, forme le gaz nitreux.

On extrait donc ce gaz de l'acide nitreux, par le moyen du fer, du cuivre rouge, du cuivre jaune, de l'étaim, de l'argent, du mercure, du bismuth et du nickel, et même de l'acide nitrique, qui est dans l'acide nitro-muriatique, connu sous le nom d'*eau régale*, par le moyen de l'or et de l'antimoine.

On l'extrait encore du même acide nitreux, par le moyen de l'esprit-de-vin, des éthers, des huiles, des résines, des gommes, des charbons, du sucre, etc.

Ses propriétés sont les mêmes, de quelque

substance dont on se serve pour l'extraire ; mais c'est par le moyen des métaux qu'on en obtient le plus : il y en a cependant quelques-uns par le moyen desquels on n'extrait que du gaz azotique, parce qu'ils s'emparent de tout l'oxigène de l'acide nitreux dont on fait usage.

Le gaz nitreux est un peu plus pesant que l'air atmosphérique ; quand il est bien pur, il n'est point du tout soluble dans l'eau ; il ne donne aucun signe d'acidité, car il ne rougit point les couleurs bleues des végétaux, telle que la teinture du tournesol, à moins qu'il ne soit mêlé d'air ; car alors il a pris de l'acidité. Le gaz nitreux éteint les corps enflammés ; mais, si l'on y plonge une bougie allumée, il donne à la flamme une couleur verte, avant de l'éteindre ; il fait promptement périr les plantes et les animaux qu'on y plonge ; lorsqu'on le mêle à l'air de l'atmosphère, il devient rutilant et a l'odeur de l'esprit de nitre, comme il est aisé de s'en assurer, en en répandant un peu dans l'air : alors il absorbe la partie respirable de l'air ; il se combine avec elle et devient l'acide nitreux.

Un mélange de gaz nitreux et d'air pur, est un acide nitreux ; car il s'unit aux alkalis, et forme avec eux des nitres détonnans.

Gaz muriatique oxigéné.

Le gaz muriatique oxigéné, qui est l'acide muriatique déphlogistiqué de *Schéele*, sous la

forme gazeuse, est le *gaz acide muriatique*, dont nous parlerons ci-après, mais surchargé d'oxigène et deflegmé. On l'obtient en faisant chauffer et évaporer de l'acide muriatique, pendant qu'il agit sur une substance qui tient l'oxigène, comme, par exemple, l'oxide natif de manganèse. Ce gaz est donc composé du gaz acide muriatique et d'un excès d'oxigène; c'est cet oxigène, en excès, qui, quoiqu'il soit le principe acidifiant, lui ôte presque toute son acidité et le rend moins soluble dans l'eau. Ceci est une chose difficile à expliquer. Un excès d'oxigène, ajouté au gaz nitreux, y produit un effet contrarié; car il lui donne l'acidité qu'il n'avoit pas, et il le rend tout-à-fait soluble dans l'eau. Il seroit difficile de dire d'où viennent ces deux effets opposés; mais ce sont des faits bien constatés, que nous devons adopter, quoique nous en ignorions la cause.

La preuve que le gaz muriatique oxigéné n'est point acide, ou qu'il l'est du moins très-peu, c'est qu'il ne se combine point, ou presque point, avec les alkalis, et qu'il n'a pas la force de chasser l'acide carbonique des différentes bâses avec lesquelles il est combiné; ce que peuvent cependant faire tous les acides que nous connoissons, quelques foibles qu'ils soient.

Le gaz muriatique oxigéné n'est pas invisible, comme le sont les autres gaz; car il est d'un jaune verdâtre, qui le fait bien appercevoir; il a une odeur forte et piquante, et qu'il est

dangereux de respirer, parce qu'il excite une toux violente et pourroit causer une hémorrhagie.

Ce gaz éteint les corps enflammés et fait périr très-promptement les animaux qu'on y plonge. Nous venons de dire que le gaz oxigéné n'est plus acide; en effet, il ne rougit pas les couleurs bleues des végétaux, comme il l'eût fait, s'il n'eût pas été surchargé d'oxigène; il décolore les étoffes teintes, le syrop de violettes, les fleurs, et réduit tous ces corps en blanc.

Ce gaz décolore de même, et blanchit la toile, la cire jaune, la soie, etc.: il a la propriété de décomposer l'ammoniaque, lequel peut par conséquent servir pour se préserver des effets nuisibles de ce gaz; car son oxigène excédant se combine avec l'hydrogène de l'ammoniaque, et forme de l'eau; et la moffette ou l'azote se trouve libre. Nous avons dit ci-devant que l'ammoniaque est composé d'une partie d'hydrogène, et de six parties d'azote, le tout dissous dans l'eau.

Le gaz muriatique oxigéné n'est pas aussi soluble dans l'eau, que l'est le gaz muriatique simple (lequel ne peut en aucune façon être recueilli sous l'eau); il y est cependant soluble jusqu'à un certain point, et forme alors l'acide muriatique oxigéné en liqueur, qui est le vrai dissolvant de l'or de platine, etc. Dans l'acide nitro-muriatique ou eau régale, c'est le même agent qui dissout l'or; car l'eau ré-

gale est un mélange d'acide muriatique (dont la bâse a une grande affinité avec l'oxigène), se combine avec l'oxigène de l'acide nitrique, et devient par-là l'acide muriatique oxigéné ; et la bâse de l'acide nitrique demeure libre : de sorte que, dans cette liqueur, il ne reste peut-être plus rien d'acide. L'acide nitrique a perdu son acidité, en perdant son oxigène ; et l'acide muriatique a perdu la sienne, en se combinant avec l'oxigène de l'acide nitrique : deux faits, qui, comme nous l'avons dit ci-dessus, sont difficiles à expliquer.

L'acide oxigéné se décompose peu-à-peu par le contact de la lumière, qui en dégage l'oxigène excédant ; et par-là, il repasse à l'état d'acide muriatique pur : et cet oxigène excédant ainsi dégagé, se combinant avec le calorique, forme de l'air pur.

ORDRE III.

Gaz salins.

Ce sont ceux qui sont, ou acides ou alkalins : parmi ceux-ci, il n'y en a qu'un qui se trouve naturellement, qui est le gaz acide carbonique : tous les autres ne sont que le produit de l'art.

Gaz acide carbonique.

Le gaz acide carbonique, est, de tous les gaz, le plus anciennement connu. *Paracelse*,

et les anciens le nommoient *esprit sauvage*, *spiritus sylvestris*. *Vanhelmont* l'appela ensuite *gaz sauvage*, *gaz sylvestre ;* il fut, après cela, nommé *air fixe*, par *Blak*, *Boyle*, *Hales*, *Priestley*, *Lavoisier*, etc. ; *acide méphitique*, par *Bewly ; gaz méphitique*, par *Macquer ; acide aërien*, par *Bergman ;* enfin *Lavoisier* l'a appelé *acide crayeux ;* et en dernier lieu, *gaz acide carbonique*, parce qu'il est composé d'oxigène combiné avec une matière charbonneuse, qu'il tient en dissolution, et dans la proportion d'environ 72 parties d'oxigène, et 28 de matière charbonneuse, appelée *carbonne* par les modernes.

En effet, si, dans un vaisseau fermé, l'on fait brûler du charbon dans l'air pur, ce qui demeure après la combustion, est du gaz acide carbonique : ce gaz se trouve naturellement dans plusieurs souterrains, comme, par exemple, la grotte du chien, en Italie ; dans les galeries des mines, dans différentes sources d'eau : c'est ce gaz qui rend ces eaux spiritueuses et acidules ; telles sont les eaux de Pyrmont, de Saint-Mion, de Seltz, de Pougues, de Châteldon, de Brussang, de Spa, etc. Ce gaz est fourni abondamment, 1°. par les liqueurs spiritueuses fermentantes, telles que le vin, la bierre, etc ; sa formation est due alors à la combinaison de la matière charbonneuse de la partie sucrée, avec le principe oxigène de l'eau ; 2°. par la respiration des animaux, dans laquelle l'oxigène de l'air, fournissant une par-

tie de son calorique pour l'entretien de la vie, se combine avec une matière charbonneuse, selon les chimistes modernes, se dégage du sang et des poumons; 3°. par la combustion des corps, dans laquelle une partie de l'oxigène de l'air se combine avec la matière charbonneuse du corps qui brûle.

La bâse du gaz acide carbonique, est combinée dans un grand nombre de corps naturels, tels que le carbonate calcaire, le marbre, toutes les pierres à chaux, les carbonates alkalins, et, en général, dans toutes les matières qui font effervescence avec les acides: il est aisé de l'extraire de ces substances, en faisant agir sur elles de l'acide nitrique ou de l'acide sulfurique affoibli d'eau; car cet acide carbonique a si peu d'affinité avec ses bâses, qu'il en est chassé par tout autre acide, et même quelquefois par la chaleur seule.

Ce gaz est soluble dans l'eau, mais lentement: si l'on veut que cela se fasse plus promptement, il faut agiter fortement ces deux fluides ensemble pour multiplier leurs contacts: l'eau dissout de ce gaz plus ou moins, suivant son degré de chaleur, ou plutôt suivant son degré de refroidissement; plus elle est froide, plus elle en dissout; mais même en ce cas-là, elle n'en peut dissoudre qu'un volume égal au sien: l'eau, qui tient ce gaz en dissolution, prend un goût acidule, et a les mêmes propriétés que les eaux minérales simplement gazeuses.

Ce gaz et l'eau qui le tient en dissolution, précipitent la chaux dissoute dans l'eau ; car, si dans un tube plein de ce gaz, vous versez un peu d'eau de chaux, vous verrez l'eau devenir laiteuse, et la chaux se précipiter ; vous verrez le même effet, si, sur de l'eau de chaux, vous versez de l'eau acidulée par ce gaz.

De la chaux, combinée avec ce gaz, forme du carbonate calcaire vulgairement appelé de la *craie*, qui n'est pas soluble dans l'eau ; voilà pourquoi elle se précipite : l'eau de chaux est donc une pierre de touche, propre à faire reconnoître la nature et la quantité de ce gaz acide.

La chaux est précipitée de même par le fluide que les animaux expirent. Le gaz acide carbonique se combine avec les alkalis, et les fait crystalliser : ce gaz est plus pesant que l'air atmosphérique. Les êtres vivans, qui périssent le plus promptement dans ce gaz, sont ceux qui ont deux ventricules au cœur : tels sont les hommes, les quadrupèdes, les cétacées et les oiseaux : quelques minutes suffisent pour les faire périr sans retour ; mais les grenouilles, les serpens, les poissons, les insectes, etc. à la vérité y paroissent morts, après y être demeurés plongés pendant quelque tems ; mais, si, après cela, on les expose à l'air libre, ils sont rappelés à la vie.

Plusieurs physiciens prétendent que le gaz acide carbonique a la propriété de conserver les substances animales, et de retarder leur

putréfaction : c'est ce que nous n'avons pas de peine à croire, parce que nous pensons que la présence de l'air pur, ou du moins d'une substance capable de fournir de l'oxigène, telle que l'eau, par exemple, est nécessaire à la putréfaction ; car, les corps ne se pourrissent qu'en se combinant avec l'oxigène.

Gaz acide muriatique.

Le gaz acide muriatique ne se trouve point naturellement ; il n'est que le produit de l'art ; on l'obtient en chauffant l'acide muriatique fumant dans une cornue O M (fig. 7, n°. 7 de l'Atlas) dont le bec est engagé sous une cloche pleine de mercure, placée sur la planche de l'appareil pneumato-chimique au mercure : on peut l'obtenir aussi, avec le même appareil, en chauffant, au lieu d'acide muriatique, un mélange de muriate de soude ou sel marin, et d'acide sulfurique ; car, l'acide sulfurique se combine avec la bâse du muriate de soude, et l'acide muriatique, demeuré libre, passe en gaz acide muriatique.

Ce gaz ne peut point être recueilli sur l'eau, parce qu'il y est entièrement et très-promptement soluble.

Le gaz acide muriatique n'est autre chose que l'acide muriatique lui-même privé d'eau, c'est-à-dire, aussi concentré qu'il puisse l'être, et combiné avec le calorique qui lui fait prendre la forme gazeuse. Le gaz acide muriati-

que a nne odeur vive et piquante ; ce gaz mêlé à l'air de l'atmosphère , forme , de même que le fait l'acide muriatique, des fumées ou vapeurs blanches, produites par la combinaison de ces gaz avec l'humidité de l'air , et d'autant plus apparentes que l'air est plus humide : aussi prétend-on que ces vapeurs ne sont pas sensibles sur les hautes montagnes où l'air est , dit-on , très-sec.

La bâse du gaz acide muriatique , est fortement combinée avec l'oxigène, avec lequel elle a une si grande affinité , qu'on ne peut pas l'en séparer : aussi ignore-t-on ce que c'est que cette bâse ; elle est jusqu'à présent inconnue ; son affinité avec ce principe acidifiant est telle , qu'elle peut même se combiner avec une plus grande quantité d'oxigène que celle qui lui est nécessaire , pour la constituer acide , et elle forme alors le gaz muriatique oxigéné , dont nous avons parlé ci-dessus.

Le gaz acide muriatique est beaucoup plus pesant que l'air athmosphérique.

Le gaz acide muriatique , étant l'acide muriatique lui-même , donne les mêmes signes d'acidité ; il rougit les couleurs bleues des végétaux ; mais il ne les détruit pas , non plus que les autres couleurs , comme le fait le gaz muriatique oxigéné.

Le gaz acide muriatique se combine avec toutes les bâses alkalines , et forme avec elles des sels muriatiques. Ce gaz suffoque les animaux qu'on y plonge ; il éteint la flamme des

bougies, mais en l'agrandissant d'abord, et en donnant à son disque une couleur verte ou bleuâtre.

Le gaz acide muriatique est absorbé par les corps spongieux ; tels que du charbon, une éponge, etc. Ce gaz dissout le camphre ; il s'empare de l'eau surabondante du sulfate d'alumine et du borate, et les réduit en poudre ; il fait fondre la glace aussi promptement, que si on la jetoit dans un brâsier : dans tous ces derniers cas, il est absorbé, et forme un acide muriatique, pareil à celui dont on l'a extrait.

Tout ceci n'est que l'effet très-connu de la grande violence, avec laquelle les acides concentrés s'unissent à l'eau.

Gaz acide sulfureux.

Le gaz acide sulfureux ne se trouve point naturellement ; il n'est que le produit de l'art ; on l'obtient en chauffant dans une cornue O M, (fig. 4, n°. 7 de l'Atlas), (de même que nous avons dit qu'on le fait pour obtenir le gaz acide muriatique) de l'acide sulfurique pendant qu'il agit sur des corps combustibles, tels que de l'huile, du charbon, du mercure, etc ; en un mot, sur des corps qui puissent enlever une partie de l'oxigène qui est combiné avec le soufre dans cet acide : car, l'acide sulfureux n'est autre chose que l'acide sulfurique, mais privé d'une partie de son oxigène ; c'est donc du soufre combiné avec une quantité d'oxigène moindre

que celle qui est nécessaire pour en faire de l'acide sulfurique. Le corps combustible enlève donc une partie de son oxigène à l'acide sulfurique, qui devient par-là acide sulfureux ; et le calorique, se combinant avec cet acide sulfureux, lui fait prendre la forme gazeuze.

Tout cela doit se faire avec l'appareil au mercure, parce que le gaz acide sulfureux est entièrement soluble dans l'eau. L'acide sulfurique n'est pas capable de passer à la forme gazeuze ; il faut pour cela qu'il soit devenu acide sulfureux.

Le gaz acide sulfureux n'est autre chose que l'acide sulfureux lui-même, privé d'eau, et très-concentré, combiné avec le calorique, qui lui fait prendre la forme gazeuze : c'est ce gaz acide que l'on sent, quand on fait brûler du soufre.

Le gaz acide sulfureux est plus de deux fois aussi pesant que l'air atmosphérique ; il éteint les corps embrâsés et tue tous les animaux qu'on y plonge ; il détruit beaucoup de couleurs végétales ; par ce caractère, il se rapproche du gaz muriatique oxigéné. Il se combine avec les alkalis, et forme avec eux des sels neutres, mais qui diffèrent de ceux qui sont formés par l'acide sulfurique, par la forme, la saveur et sur-tout par la propriété d'être décomposés par les acides les plus foibles, et même par l'acide acéteux : le gaz acide sulfureux est absolument soluble dans l'eau, avec

laquelle il s'unit promptement, en perdant son calorique ; et il redevient par-là l'acide sulfureux en liqueur : aussi, fait-il fondre la glace aussi promptement, que le fait le gaz acide muriatique.

Gaz acide fluorique.

Le gaz acide fluorique ne se trouve point naturellement ; on ne peut se le procurer que par le secours de l'art ; on l'obtient en chauffant dans une cornue O M (fig. 4, n°. 7 de l'Atlas), (de même que nous avons dit, qu'on le fait pour obtenir le gaz acide muriatique) de l'acide sulfurique, pendant qu'il agit sur du spath fluor pulvérisé : alors, l'acide sulfurique, en se combinant avec le calorique, passe sous la forme d'un fluide élastique, qui est le gaz acide fluorique, ci-devant connu sous le nom de *gaz acide spathique* : il faut recueillir ce gaz sur le mercure, parce qu'il est tout-à-fait soluble dans l'eau.

Le gaz acide fluorique n'est autre chose, comme l'a pensé *Schéele*, qu'un acide particulier extrait du spath fluor, dont on ne connoît pas la bâse, et qui est combiné avec le calorique, qui lui fait prendre la forme gazeuze : cet acide tient souvent en dissolution une terre vitrifiable ; et il en tient une plus grande quantité sous la forme gazeuze, que lorsqu'il est en liqueur, puisque, lorsqu'on le fait passer de

l'état de gaz à celui de liqueur, il en dépose une partie.

Cette matière terreuse ne vient point du spath, comme l'a cru Priestley ; car, la bâse du spath fluor paroît être calcaire : la preuve de cela, c'est que le gaz acide fluorique précipite la chaux dissoute dans l'eau ; et, en se combinant avec cette chaux, il réforme sur-le-champ du spath fluor : cette terre vitrifiable vient plutôt des vases de verre, ou de terre, dont on se sert pour extraire ce gaz ; car, celui qui est extrait dans des vases de métal, comme l'a fait Méyer, ne tient point de terre en dissolution : d'après cela, on ne doit pas être étonné que le gaz acide fluorique corrode et perce le verre ; ce qui obligeoit Priestley de prendre, pour ses expériences, des bouteilles de verre très-épais : en conséquence de cette propriété de corroder le verre, M. de Puymorin a imaginé de graver sur le verre, par le moyen de l'acide fluorique, comme on grave sur le cuivre par le moyen de l'acide nitreux. Le gaz acide fluorique paroît être plus pesant que l'air atmosphérique ; ce gaz éteint les corps embrâsés, et suffoque les animaux qu'on y plonge ; il rougit fortement les couleurs bleues des végétaux ; il a une force pénétrante qui approche de celle du gaz acide muriatique, mais qui est un peu plus active : lorsqu'on en mêle à l'air, il forme, de même que ce dernier gaz, des vapeurs blanches, en se combinant avec l'humi-

dité de l'air. Malgré ces ressemblances avec l'acide muriatique, il en diffère cependant beaucoup ; car il forme avec les alkalis, des sels neutres fluoriques, très-différens de ceux que forme le gaz acide muriatique avec les mêmes alkalis : c'est donc à tort que les chimistes français, qui, sous le nom de M. *Boulanger*, ont publié, en 1773, une suite d'expériences sur le spath fluor, ont pensé que l'acide de ce spath n'étoit que l'acide muriatique, combiné avec une matière terreuse.

Gaz ammoniacal.

Le gaz ammoniacal ne se rencontre point naturellement ; il ne peut être produit que par le secours de l'art : pour obtenir ce gaz, on met dans une cornue O M (fig. 4, n°. 7 de l'Atlas) garnie d'un tube recourbé M N, une certaine quantité d'ammoniaque ; on chauffe le fond de la cornue sur quelques charbons allumés, ou avec une lampe à l'esprit-de-vin ; on laisse sortir d'abord l'air du vaisseau et du tube, et on ne recueille le gaz, dans des cloches pleines de mercure, que quand l'ébullition du liquide est bien établie. Pour éviter de faire passer, dans la cloche, de l'eau en vapeur, qui s'y condenseroit, et dissolveroit le gaz, il est bon de mettre entre la cornue et le tube de communication, un petit vase qu'on a soin de refroidir avec de la glace, afin d'y faire condenser l'eau, qui pourroit passer en vapeur :

par

par ce moyen, on se procure du gaz ammoniacal très-sec et très-pur : on peut, de la même manière, obtenir le gaz ammoniacal d'un mélange de trois parties de chaux vive et d'une partie de muriate d'ammoniaque ; ce sel se décompose alors ; l'acide muriatique, qui est un de ses principes, se combine avec la chaux ; et l'ammoniaque, son autre principe, en se combinant avec le calorique, passe sous la forme gazeuze. On ne pourroit pas recueillir le gaz ammoniacal avec l'appareil à l'eau, parce que l'eau absorbe très-promptement ce gaz en le dissolvant ; et cette dissolution de ce gaz dans l'eau, est de l'ammoniaque.

Le gaz ammoniacal, n'est donc autre chose, que de l'ammoniaque privé d'eau, et dans l'état de la plus parfaite concentration, combiné avec le calorique, qui lui fait prendre la forme gazeuze.

Mais ce gaz ammoniacal si pur, est lui-même composé d'une partie de gaz hydrogène, dont nous allons parler dans l'instant, et de six parties de gaz azotique ; ainsi que l'a prouvé Bertholet.

Le gaz ammoniacal est le plus léger de tous les gaz salins, et même beaucoup plus léger que l'air atmosphérique ; il a une odeur pénétrante, et une saveur âcre et caustique ; il verdit fortement et promptement les couleurs bleues des végétaux ; il se combine rapidement avec les gaz acide carbonique, mu-

riatique et sulfureux, et forme sur-le-champ des sels neutres, en excitant beaucoup de chaleur, qui est due à l'état de liberté que prend le calorique, qui étoit combiné avec ces gaz, et qui leur donnoit l'état aëriforme: tous ces sels sont ammoniacaux.

Le gaz ammoniacal suffoque les animaux, comme le font tous les autres gaz suffoquans. Quoiqu'il ne puisse pas servir à la combustion, et qu'il éteigne les corps enflammés, il est cependant légèrement inflammable par le gaz hydrogène qui entre dans sa composition; et par-là, il augmente la flamme d'une bougie, et lui donne un volume un peu plus considérable, avant de l'éteindre.

Le gaz ammoniacal, est promptement absorbé et dissous dans l'eau, et forme de l'ammoniaque pareil à celui dont on l'a extrait: si l'eau est en état de glace, le gaz ammoniacal la fait fondre sur-le-champ, en produisant du froid, parce qu'il faut une grande quantité de calorique, combinée avec la glace, pour la faire fondre: au contraire le gaz ammoniacal produit de la chaleur, en se dissolvant dans l'eau déja fluide, parce que, cette eau, n'ayant pas besoin d'une grande quantité de calorique, celui du gaz prend l'état de liberté.

ORDRE TROISIÈME.

Gaz inflammables ou hydrogènes.

Les gaz hydrogènes, connus sous le nom pe *gaz inflammables*, se trouvent naturellement dans les vases des eaux bourbeuses et des marais ; dans les mines, soit métalliques, soit de charbon de terre ; dans les entrailles des animaux ; ils s'exhalent des latrines, des cimetières ; en un mot de tous les lieux où il y a des matières animales, ou végétales, en putréfaction ; et de-là, ils s'élèvent dans l'atmosphère : mais, dans tous ces cas, ils ne sont jamais bien purs.

On peut obtenir le gaz hydrogène dans son état de pureté par le secours de l'art ; et cela, en décomposant l'eau, puisque sa bâse est une des parties constituantes de l'eau ; c'est pourquoi, l'on a donné à cette bâse le nom d'*hydrogène*, c'est-à-dire *générateur de l'eau.* Cette bâse est, jusqu'à présent, inconnue ; on ne sait quelle est cette substance, parce qu'on ne peut pas la séparer du calorique, qui lui donne la forme gazeuze ; sans la fixer dans un autre corps.

Il est bien prouvé aujourd'hui que l'eau n'est point un être simple, qu'elle est composée de la bâse de l'air pur, appelée *oxigène*, et de la bâse du gaz hydrogène ou inflammable, appelée *hydrogène ;* savoir 17 parties

d'oxigène, et 3 parties d'hydrogène; ou, ce qui est la même chose, suivant les expériences de Lavoisier, de 85 parties d'oxigène, et 15 parties d'hydrogène, mesurant par le poids : de sorte que, pour former 70 livres ou un pied cube d'eau, il faut 634 pieds cubes, 1152 pouces cubes d'air pur, qui pèsent 59 livres 8 onces, et 1513 pieds cubes 887 $\frac{13}{37}$ pouces cubes de gaz hydrogène, qui pèsent 10 livres 8 onces: le tout, brûlé ensemble, formeroit un pied cube ou 70 livres d'eau.

On obtiendra donc du gaz hydrogène de l'eau, toutes les fois qu'on mettra en contact avec cette eau un corps, sur lequel on fera agir un acide, ou qu'on chauffera, et qui aura une plus grande affinité avec l'oxigène, que ce dernier n'en a avec l'hydrogène : le fer et le zing, ainsi que le charbon et les huiles, sont de cette espèce.

Expérience. Dans un flacon garni d'un tube recourbé (fig. 3, n°. 7 de l'Atlas), mettez du fer ou du zing en limaille ; versez par dessus de l'acide sulfurique très-affoibli avec de l'eau ; il s'excitera une fermentation accompagnée de chaleur : laissez échapper l'air du vaisseau ; après quoi, engagez le bout du tube recourbé sous une cloche pleine d'eau, placée sur l'appareil pneumato-chimique, vous verrez passer un fluide élastique, qui est du gaz hydrogène.

Le fer ou le zing, qui a plus d'affinité avec l'oxigène, que n'en a ce dernier avec l'hydro-

gène, se combine avec l'oxigène de l'eau, et prend l'état d'oxide; et l'hydrogène, demeuré libre, se combine avec le calorique, et passe sous la forme gazeuze. On voit pourquoi l'on n'obtiendroit point de gaz hydrogène, si l'acide étoit trop concentré, et qu'il n'y eût pas d'eau, puisque c'est ici l'eau seule qui pût le fournir.

On obtiendroit le même gaz, en substituant à l'acide sulfurique, ou l'acide muriatique, ou les acides végétaux du vinaigre et du tartre, ou même l'acide carbonique.

On obtiendra encore le gaz hydrogène pur par la chaleur seule. *Expérience.* Faites passer de l'eau goutte à goutte au travers d'un canon de fer rougi au milieu des charbons ardens; que ce canon soit terminé par un tube recourbé, engagé sous une grande cloche pleine d'eau, placée sur l'appareil pneumato-chimique; il passera dans la cloche un fluide aëriforme, très-abondant, qui est du gaz hydrogène: il n'y a jamais eu d'expérience de ce genre, plus belle que celle qu'a faite l'immortel Lavoisier.

Dans cette expérience, l'oxigène de l'eau se combine avec le fer qu'il réduit à l'état d'oxide; et l'hydrogène, demeuré libre, se combinant avec le calorique, forme le gaz hydrogène qui passe sous la cloche: le poids de ce gaz, plus le poids dont celui du fer est augmenté, font juste le poids de l'eau qui manque. Voici l'analyse:

Expérience. Si ensuite l'on brûle ensemble, dans un vaisseau convenable, et qui ne laisse rien échapper, 634 pouces cubes 1152 lignes cubes d'air pur, qui pèsent 317 $\frac{1}{3}$ grains, et 1513 pouces cubes 887 $\frac{13}{37}$ lignes cubes de gaz hydrogène, qui pèsent 56 grains, les deux poids ensemble faisant 373 $\frac{1}{3}$ grains, on aura un pouce cube d'eau, dont le poids est aussi 373 $\frac{1}{3}$ grains; car, le calorique ne pèse point: il en est de même dans tous les fluides aëriformes; leur poids est dû en entier à leur bâse. Voici la synthèse; cette belle expérience est encore due à Lavoisier.

Qu'on n'objecte pas ici que l'eau, qu'on croit produite dans cette expérience, étoit tenue en dissolution dans les deux fluides aëriformes, et qu'elle en faisoit tout le poids; voici des faits qui prouvent que cette objection n'est pas fondée.

On sait qu'on n'obtiendroit point de gaz hydrogène, si, dans les expériences ci-dessus, on substituoit du cuivre au fer ou au zing; cela vient de ce que le cuivre ne peut pas décomposer l'eau, comme le font le fer et le zing, parce que le cuivre a moins d'affinité avec l'oxigène, que n'en a ce dernier avec l'hydrogène: mais, par cette raison-là même, le gaz hydrogène peut enlever l'oxigène à l'oxide de cuivre, et le revivifier, et dans ce cas-là, il se forme de l'eau.

Expérience. Dans une cloche pleine de mercure, placée sur l'appareil au mercure,

faites passer une quantité connue de gaz hydrogène bien pur, par exemple, 500 pouces cubes, qui pèsent 18 ½ grains; placez dans un petit vase flottant sur le mercure de l'intérieur de la cloche, de l'oxide de cuivre; et faites tomber, sur cet oxide de cuivre, le foyer d'un verre ardent; le gaz sera absorbé, le cuivre revivifié, le mercure remontera dans la cloche, et la surface du mercure et les parois intérieures de la cloche seront couvertes de petites gouttelettes d'eau.

Dans cette expérience, l'oxigène, qui avoit réduit le cuivre à l'état d'oxide, abandonne cet oxide, se combine avec l'hydrogène du gaz, avec lequel il a plus d'affinité qu'il n'en a avec le cuivre, et cette combinaison forme de l'eau : il est vrai qu'il est difficile ici de mesurer exactement la quantité d'eau produite; mais il est aisé de voir qu'il y en a un poids beaucoup plus considérable que celui des 500 pouces cubes de gaz hydrogène employés : il est possible que, dans ce cas-là, il y ait plus de 123 grains d'eau produits; on ne peut pas dire que ces 123 grains d'eau étoient tenus en dissolution dans une quantité de gaz qui ne pesoit que 18 ½ grains : donc, l'eau qui résulte de ces expériences, n'est pas celle qu'on suppose tenue en dissolution dans les fluides aëriformes qu'on emploie; donc, il y en a de nouvelle de produite.

On peut encore obtenir du gaz hydrogène par le moyen des substances animales et vé-

gétales combustibles par leur analyse à feu nud : c'est toujours l'eau de ces substances qui en fournit la plus grande partie en se décomposant ; car, son oxigène se combine avec ces substances ; et son hydrogène se combinant avec le calorique, passe sous la forme de gaz.

Il n'y a donc qu'une seule espèce de gaz hydrogène, en quelqu'endroit qu'on le trouve, et quelles que soient les matières qu'on emploie pour l'extraire ; il ne peut être que mêlé de différentes substances, ou en tenir quelques unes en dissolution ; et c'est ce qui forme ses variétés, qui sont au nombre de cinq ; savoir : le gaz hydrogène phosphoré, le gaz hydrogène sulfuré, le gaz hydrogène carboné, le gaz hydrogène carbonique, et le gaz hydrogène des marais ; nous parlerons ci-après de toutes ces variétés : examinons d'abord les propriétés du gaz hydrogène pur et sans mélange.

Gaz hydrogène pur.

Le gaz hydrogène pur a une odeur forte et désagréable ; il ne donne aucune marque d'acidité ; il ne précipite point la chaux dissoute dans l'eau ; il ne rougit point la teinture de tournesol. Lorsque le gaz hydrogène est bien pur, il se conserve sans altération dans des bouteilles bien bouchées ; il s'y conserveroit de même, quoiqu'il y eût de l'eau, parce qu'il n'y est point du tout soluble.

Le gaz hydrogène pur est le plus léger de tous les fluides élastiques. Il suffoque les animaux, comme le font tous les gaz suffoquans, mais en leur causant de vives convulsions: quoique ce gaz soit un des êtres qui s'enflamment le plus aisément, cependant il éteint les corps enflammés qu'on y plonge, comme, par exemple, une bougie allumée ; cette bougie, en entrant dans le gaz, l'enflamme à sa surface, tandis qu'elle s'éteint dans l'intérieur du gaz ; et il arrive souvent qu'en la retirant, elle se rallume. Ce gaz, quand il n'est point mêlé d'air, ne brûle qu'à sa surface, parce qu'il ne peut jamais s'enflammer que dans l'endroit où il est en contact avec l'air ; mais son inflammation est d'autant plus prompte et plus complète, que ses contacts avec l'air sont plus multipliés : si le gaz hydrogène étoit mêlé d'air pur, sa détonnation seroit considérablement plus forte ; ce gaz s'enflamme aussi par une étincelle électrique, quoique très-petite.

Le gaz hydrogène est capable de décomposer l'acide sulfurique, et de le faire passer à l'état d'acide sulfureux; car, sa bâse ou l'hydrogène, ayant avec l'oxigène plus d'affinité que n'en a le soufre; son hydrogène, disons-nous, se combineroit avec une partie de l'oxigène de l'acide sulfurique, et le réduiroit par-là à l'état d'acide sulfureux ; et cette combinaison formeroit de l'eau.

Nous avons dit que le gaz hydrogène s'exhale des mines, des eaux bourbeuses, des marais,

des latrines, des cimetières, etc. Il est aisé de concevoir qu'il est la matière des feux follets qu'on voit au-dessus de ces endroits : sa légèreté lui permet de s'élever assez haut dans l'atmosphère; et, comme il peut s'enflammer par une étincelle électrique, il est probable qu'il s'enflamme ainsi souvent dans les orages, et qu'il augmente alors la détonnation du tonnerre : voilà sans doute pourquoi le tonnerre est plus fréquent et plus fort dans certains lieux : quand ce gaz détonne ainsi, il brûle; alors, sa bâse ou l'hydrogène se combinant avec l'oxigène de l'air, forme de l'eau qui tombe en pluie : en effet, dans les orages, il y a souvent des pluies violentes et subites après quelques coups de tonnerre.

Le gaz hydrogène est devenu un fluide intéressant pour les physiciens, et sur-tout pour les aëronautes, depuis qu'on s'en est servi pour remplir les machines ou ballons aërostatiques : sa légèreté spécifique est la cause de l'ascension de ces ballons.

On a cherché aussi à le substituer à des matières combustibles, dans des réchauds et des lampes. M. *Néret* a donné la description d'un réchaud à gaz hydrogène ; des physiciens de Bâle, d'Augsbourg et de Strasbourg, ont imaginé des lampes à gaz hydrogène, que l'on peut allumer la nuit par le moyen d'une étincelle électrique; mais il faut prendre bien des précautions pour empêcher qu'il ne s'introduise dans la lampe, de l'air atmosphérique, qui

occasionneroit une vive détonnation et la rupture du vaisseau au grand danger des assistans.

Enfin, on en fait des feux d'artifice fort agréables, sans fumée et sans bruit, en en remplissant des vessies garnies de robinets de cuivre (fig. 8, n°. 7 de l'Atlas), et en introduisant à l'aide de ces vessies, dans des tubes cylindriques, et percés d'un grand nombre de très-petites ouvertures: en pressant ces vessies plus ou moins fort, suivant le besoin, le gaz hydrogène passe dans les tubes, sort par toutes les ouvertures qui y sont pratiquées, et on l'enflamme avec une bougie allumée; après quoi, il continue de brûler, jusqu'à ce que, fermant les robinets, on en interrompe le cours: personne n'a fait des choses plus agréables, dans ce genre, que M. *Diller*, démonstrateur de physique à la Haye; ses feux d'artifice représentent différentes figures, soit immobiles, soit mobiles, et sont ornés de plusieurs couleurs: ce qu'il y a de plus satisfaisant, c'est qu'il n'y a aucun danger à craindre, parce que les gaz qu'il emploie ne sont pas detonnans: la flamme blanche est produite par le gaz hydrogène extrait par le charbon de terre; le mélange de partie égale d'air atmosphérique avec ce gaz, produit la couleur bleue, le gaz hydrogène pur fournit le rouge; si l'on y mêle, en soufflant, du gaz expiré, qui est du gaz carbonique et du gaz azotique, il y ajoute une teinte de bleu.

Il est certain maintenant que le gaz hy-

drogène est une substance d'une nature déterminée, toujours la même, et dont il n'y a qu'une seule espèce ; et dans la combinaison de laquelle il entre une grande quantité de calorique qui y est peu lié, et presque dans l'état de feu libre : mais cette espèce de gaz peut se mêler avec d'autres substances, et en tenir quelques-unes en dissolution ; c'est ce qui forme ses variétés dont nous allons parler.

Gaz hydrogène sulfuré.

La gaz hydrogène sulfuré est celui qui tient du soufre en dissolution, et qui est connu sous le nom de *gaz hépatique*. M. *Gengembre*, qui en a fait l'analyse, le regarde comme formé de gaz hydrogène pur, et de soufre très-divisé ; c'est ce soufre, qu'il tient en dissolution, qui lui donne ces caractères distinctifs. On obtient ce gaz des sulfures solides, en les décomposant par les acides affoiblis d'eau, dans des appareils pneumato-chimiques : le sulfure s'empare de l'oxigène de l'eau ; et l'hydrogène, se combinant avec une partie du soufre et du calorique, forme ce gaz.

Le gaz hydrogène sulfuré a une odeur très-fétide ; il est beaucoup plus pesant que le gaz hydrogène pur, et il est soluble dans l'eau : c'est sans doute le soufre, qui le rend ainsi soluble et plus pesant. Ce gaz a, comme les autres gaz suffoquans, la propriété d'étouffer les animaux ; il verdit le sirop de violettes.

L'air pur qu'on mêle avec ce gaz, le décompose par la combinaison de son oxigène avec l'hydrogène de ce gaz ; par-là, il en fait précipiter le soufre : par la même raison, il est décomposé de même, et son soufre, précipité par l'acide nitreux, par l'acide sulfureux, et, dans certaines circonstances, par l'acide muriatique oxigéné : dans tous ces cas, il y a de l'eau de formée.

Le gaz hydrogène sulfuré, s'allume par le contact des corps enflammés, et même par l'étincelle électrique; il brûle avec une flamme d'un bleu rougeâtre ; en brûlant, il dépose, sur les parois des vases qui le contiennent, du soufre, lequel ne peut pas brûler par la petite chaleur suffisante pour brûler le gaz.

C'est le gaz hydrogène sulfuré qui minéralise les eaux sulfureuses ; telles que les eaux d'Enguien, de Bonnes, de Baredge, etc.

Gaz hydrogène phosphoré.

Le gaz hydrogène phosphoré, est celui qui tient du phosphore en dissolution ; il a été découvert par M. *Gengembre*, qui l'a obtenu, en faisant bouillir une lessive de potasse avec moitié de son poids de phosphore coupé en petits morceaux ; et en recevant le fluide aëriforme, qui s'en est dégagé, dans des cloches pleines de mercure : on ne pourroit pas le recueillir sur l'eau, parce qu'il y est très-soluble. C'est sans doute le phosphore, qui lui donne cette

solubilité dans l'eau. Le gaz hydrogène phosphoré a une odeur très-fetide; il suffoque les animaux; il s'enflamme par le seul contact de l'air, en produisant une explosion, qui seroit très-forte, si l'on en présentoit à l'air une trop grande quantité à-la-fois; il n'en faut présenter que fort peu; une bulle, à-peu-près grosse comme une aveline, suffit: c'est le phosphore, que ce gaz tient en dissolution, qui, s'allumant par le contact de l'air, communique son inflammation au gaz: pendant qu'il brûle, il en part une fumée, qui, dans l'air calme, forme une espèce de couronne circulaire, qui augmente de diamètre en s'élevant; cette fumée est de l'acide phosphorique concret.

Gaz hydrogène carboné.

Le gaz hydrogène carboné, est celui qui tient du carbone en dissolution. On sait aujourd'hui que le charbon, quoique très-fixe dans des vaisseaux fermés et aux feux ordinaires, contient cependant un principe charboneux, appelé *carbone*, susceptible d'être réduit en vapeurs à l'aide d'une très-forte chaleur, et d'être dissous dans des fluides aëriformes; le gaz hydrogène sur-tout jouit de la propriété de dissoudre ainsi ce principe charboneux; il en entraîne donc souvent avec lui, en prenant la forme gazeuze.

On obtient donc un gaz hydrogène ainsi carboné, lorsqu'on fait agir, sur de la fonte

de fer ou sur de l'acier, l'acide sulfurique affoibli avec de l'eau, parce que l'un et l'autre tiennent un peu de matière charboneuse ; la fonte de fer l'a absorbée dans les hauts fourneaux, et l'acier dans la cémentation ; ce qui prouve bien que l'acier n'est pas un fer si pur que celui dont il a été formé.

Le gaz hydrogène carboné, est beaucoup plus pesant, que le gaz hydrogène pur : ce n'est donc pas celui-là dont il faut se servir pour remplir les ballons aërostatiques ; il seroit trop lourd, et exigeroit dans le ballon, un trop grand volume.

On pourroit dissoudre immédiatement du carbone, dans du gaz hydrogène, en faisant tomber dans le milieu d'une cloche pleine de ce gaz, le foyer d'un verre ardent sur du charbon flottant au-dessus du mercure, qu'on suppose au fond de la cloche : de cette manière, on auroit un gaz hydrogène carboné.

Le gaz hydrogène carboné brûle avec une flamme bleue ; il lance pendant sa combustion de petites étincelles blanches ou rougeâtres.

Gaz hydrogène carbonique.

Le gaz hydrogène carbonique est celui qui est simplement mêlé de gaz acide carbonique, mais sans combinaison : on l'obtient par la distillation de beaucoup de matières végétales, et en particulier du tartrite acidule de potasse et de tous les sels tartareux, des sels

acéteux, des bois durs, du charbon de terre, du charbon qui brûle à l'aide de l'eau, etc.

Le gaz hydrogène carbonique brûle assez difficilement; cependant, quoique le mélange fût composé de trois parties de gaz acide carbonique, et d'une partie seulement de gaz hydrogène pur, cela ne le feroit pas cesser d'être inflammable.

On peut séparer le gaz hydrogène du gaz acide carbonique, qui lui est mêlé par l'eau de chaux et par les alkalis, avec lesquels le gaz acide carbonique se combine.

On peut faire artificiellement du gaz hydrogène carbonique, en mêlant du gaz hydrogène pur avec du gaz acide carbonique, en telle proportion qu'on voudra; ce qui prouve que ce gaz n'est ni une espèce particulière, ni même une variété du gaz hydrogène; ce n'est qu'un simple mélange de deux gaz.

Gaz hydrogène des marais.

Le gaz hydrogène des marais, appelé par M. Volta, *air*, ou *gaz inflammable des marais*, est celui qui est simplement mêlé avec de la moffette ou gaz azotique : il se dégage des eaux bourbeuses des marais, des étangs, des égoûts, des latrines, et de tous les lieux où des matières animales pourrissent dans l'eau : il est donc le produit de la putréfaction de quelques matières végétales, et de presque toutes les substances animales. Il n'est qu'un simple

simple mélange, et sans combinaison, du gaz hydrogène pur et du gaz azotique ; car, de la combinaison de ces deux fluides, il résulteroit du gaz ammoniacal, qui seroit soluble dans l'eau, et le gaz hydrogène des marais ne l'est pas.

Le gaz hydrogène des marais brûle avec une flamme bleue ; il ne détonne que difficilement avec l'air pur ; lorsqu'on la fait détonner dans l'*eudiomètre* de M. Volta, on a trouvé des gouttes d'eau, et un résidu de gaz azotique plus ou moins pur. L'eau résulte de la combinaison de l'hydrogène du gaz avec l'oxigène de l'air pur ; et la mofette ou azote demeure sous la forme gazeuse.

CHAPITRE VIII.

Des propriétés de l'air.

Nous avons vu ci-dessus quelle est la nature de l'air ; nous avons prouvé qu'il est un mélange de deux fluides élastiques, dont l'un (l'air pur ou gaz oxigène) ne compose qu'environ le quart de son volume ; et l'autre (le gaz azotique), en compose environ les trois quarts ; le premier de ces fluides est le seul propre à l'entretien de la vie des hommes et des animaux, et à la combustion des corps ; le second, s'il étoit seul, nous suffoqueroit

très - promptement, et éteindroit subitement les corps enflammés qu'on y plongeroit; il est vrai, que si nous respirions le premier, seul et sans mélange, il pourroit aussi nous faire périr assez vîte, par la chaleur ardente qu'il imprimeroit à tout notre être. Admirons donc la providence dans la composition et le mélange du fluide qu'elle nous a donné à respirer : cet air si pur et si propre à l'entretien de la vie, peut être comparé aux liqueurs spiritueuses, qui sont bonnes en elles-mêmes, mais dont il faut user sobrement.

L'air environne de toutes parts le globe terrestre, et lui sert d'enveloppe; c'est cette enveloppe qu'on appèle *atmosphère*. Nous devons considérer l'air sous deux différens rapports; 1°. en lui-même; 2°. comme formant l'atmosphère : en cette dernière qualité, l'air a des propriétés qu'il n'a pas, lorsqu'on n'en considère qu'une portion, et qu'on fait abstraction de ce qui s'y mêle d'étranger.

L'air considéré en lui-même.

L'air est, comme tous les autres fluides permanens de cette espèce, pesant, compressible, élastique, transparent, sans couleur, invisible et incondensable en liqueur par le froid : il ne devient jamais partie constituante d'aucun corps; mais ses bâses, savoir l'oxigène et l'azote, entrent dans la composition d'un grand nombre : l'oxigène entre dans la composition de

tous les acides, de tous les oxides, etc. et l'azote dans celle des animaux et de quelques végétaux, pourvu que ces bâses cessent d'être combinées avec le calorique.

Tant qu'elles demeurent ainsi combinées, elles forment un fluide, qui ne cesse jamais de l'être; et cette fluidité est causée par l'élasticité, qui tend toujours à dilater la masse, et qui conserve la mobilité respective des parties. Si l'air n'étoit que compressible, il pourroit former un corps dur, comme le fait la neige fortement pressée.

L'air adhère assez fortement à la surface des corps; nous avons prouvé ci-devant que c'est un fluide pesant; son poids est à celui de l'eau, comme 1 est à 810; cela est prouvé par des expériences qui ont été faites, le baromètre étant à 28 pouces, et le thermomètre a 5 degrés au-dessus de zéro. Puisque l'air est un fluide pesant, on ne doit pas être surpris de sentir une pression très-forte sur la main, qu'on tient placée sur l'ouverture supérieure d'un récipient, dans lequel on fait le vide par le moyen d'une machine pneumatique, dont nous donnerons ci-après la figure et la description : car, si-tôt que l'air du récipient a été dilaté par l'action de la machine, il n'est plus capable de soutenir la pression de l'air extérieur, comme il l'auroit été, s'il n'avoit pas changé de densité. C'est donc la prépondérance de la pression de l'air extérieur qui attache la main au récipient; et cette pression

est d'autant plus considérable, que l'ouverture du récipient est plus grande, parce que la colonne d'air a une plus large bâse.

Mais, ce qui devroit surprendre, c'est que cette pression de l'air n'écrase pas les grands récipiens, dans lesquels on a fait un vide approchant du parfait; car la pression de l'air sur ces récipiens, égale le poids d'une colonne de mercure, qui auroit pour bâse la largeur des récipiens, et pour hauteur 28 pouces; or, c'est un poids énorme à faire soutenir par un vase de verre; ce qui les garantit de cet accident, est leur figure arrondie en forme cylindrique ou en forme de voûte.

L'air est un fluide compressible; il se comprime par son propre poids; de sorte que, dans un lieu bas, il est plus comprimé, et a plus de densité que dans un lieu élevé : mais quels rapports gardent entr'elles la condensation de l'air et la force qui le comprime? Boyle et Mariotte ont prouvé, par une expérience très-juste, *que l'air comprimé diminue de volume dans le même rapport dans lequel la compression augmente;* et, comme la diminution du volume est une vraie condensation, il suit de-là, que *l'air se condense en raison directe des poids dont il est chargé.* Il est cependant très-probable que cette proportion n'a pas lieu dans les degrés extrêmes; car, on ne connoît aucun corps qui puisse être comprimé à l'infini. Il y a apparence qu'il y a un terme au-delà duquel l'air ne pourroit plus être com-

primé, quelle que fût la force qu'on y appliquât; mais on ignore quel est ce terme : il paroît, par les expériences que Boyle a faites, qu'il a, par compression, réduit l'air à la 13e. partie de son volume. D'autres ont été beaucoup plus loin, sur-tout *Hales*, qui, en comprimant l'air par une force égale à 37 fois le poids de l'atmosphère, dit l'avoir réduit à la 38e. partie de son volume; de sorte que, par cette compression, il seroit devenu plus de deux fois aussi dense que l'eau; ce qui est bien difficile à croire : en effet, la conséquence qu'il tire de son expérience est bien hasardée; car il calcule la force qui a été nécessaire pour faire crever la bombe, dont il s'est servi pour cette expérience, et, en conséquence, la force qui a comprimé l'air; il calcule, disons-nous, ces forces, d'après celle qui s'est trouvée nécessaire pour faire rompre un fil de fer de 1 $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre; mais ce fil étoit de fer battu et très-doux, et sa bombe étoit de fer fondu, et très-aigre; or, ce dernier fer oppose à sa rupture, une résistance de beaucoup inférieure à celle qu'y oppose le fer doux : de plus, le tuyau qui contenoit l'air, s'est trouvé cassé en plusieurs morceaux; on n'a donc pas pu apprendre, par cette expérience, jusqu'à quel point l'air a été condensé; et, quand la force qu'il a employée, auroit eu toute l'intensité qu'il prétendoit, il a pu se faire que l'air, condensé jusqu'à un certain point, ait cessé de céder à la pression.

Amontons a pensé que cette condensation de l'air pouvoit encore aller plus loin que ne l'a cru *Hales ;* car il a prétendu , d'après la règle établie ci-dessus , que la partie inférieure d'une colonne d'air , prolongée de 19 lieues vers le centre de la terre , auroit , à cette profondeur , une densité égale à celle de l'or.

L'air est un fluide élastique , et son élasticité tend toujours à dilater sa masse. Il en est de la dilatation de l'air , comme de sa condensation : on ignore jusqu'à quel point elle peut aller. Selon *Musschenbroek* et Mariotte , l'air , qui est proche de la surface de la terre , et exposé à la pression de l'atmosphère , peut se dilater , si l'on fait cesser cette pression , jusqu'à occuper un espace 4000 fois plus grand que celui qu'il occupoit.

Le ressort de l'air est d'autant plus actif , que l'air a plus de densité ; son ressort augmente donc , à mesure que la densité de l'air augmente , et cela dans le même rapport ; de sorte que le ressort de l'air égale toujours et fait équilibre à la puissance qui le comprime ; et , par sa réaction , il peut produire le même effet que produiroit cette puissance.

Les hémisphères de Magdebourg , imaginés par Otto-de-Guérike , bourguemestre de Magdebourg , prouvent encore la pression et le ressort de l'air : ces hémisphères sont deux demi-sphères concaves de cuivre , A , B , (fig. 9 , n°. 7 de l'Atlas) , dont l'une est garnie d'un

robinet B, par lequel il peut s'ajuster à la machine pneumatique ; et l'autre porte un anneau A au milieu de sa convexité, pour être facilement suspendu. On joint ensemble ces deux hémisphères, pour en former une espèce de globe ; et, afin de rendre leur jonction plus aisée et plus exacte, l'un des deux B a ses bords garnis d'un anneau plat *b b*, dont la largeur excède autant en dedans qu'en dehors, et l'on met sur cet anneau, un autre anneau de cuir mouillé, sur lequel s'appliquent les bords de l'autre hémisphère A, qu'on a eu soin de bien dresser. Tout étant ainsi disposé, et le robinet B étant adapté à la vis qui est au centre de la platine de la machine pneumatique ; pour séparer ces deux hémisphères, il ne faut que vaincre le poids de l'hémisphère supérieur A, parce que l'air qui est entr'eux, fait, par son ressort, équilibre à la pression de l'air extérieur : mais si, ayant ouvert le robinet B, on fait jouer la pompe, et si, par ce moyen, on ôte l'air qui est entre les deux hémisphères, et qui contrebalance la pression de l'air extérieur, on ne peut plus séparer les hémisphères qu'avec une grande force. Qu'on ferme le robinet B, et qu'on détache les hémisphères de la machine pneumatique ; qu'on les suspende à un point fixe A, et qu'on y attache des poids P (comme on le voit, fig. 10, n°. 7), pour que ces poids puissent les séparer l'un de l'autre, il faut qu'ils soient d'autant plus considérables, que le dia-

mètre des hémisphères est plus grand, et qu'on les a plus exactement vidés d'air : si les hémisphères avoient six pouces de diamètre, et qu'on eût fait entr'eux un vide parfait, il faudroit, pour les séparer, au moins 436 livres.

Cet effet ne peut être attribué qu'à la pression de l'air extérieur, qui n'est plus contrebalancée par le ressort de l'air intérieur des hémisphères, lequel est d'autant plus diminué, qu'on a diminué davantage sa densité; la preuve en est que, si, en ouvrant le robinet B, on laisse rentrer l'air entre les deux hémisphères, ils se séparent par le moindre effort : le ressort de l'air intérieur étant égal à la pression de l'air extérieur, ces deux forces se détruisent mutuellement, ou plutôt se font équilibre; et il suffit de vaincre le poids de l'un des deux hemisphères, pour le séparer de l'autre.

Cela se prouve encore plus clairement en mettant ces hemisphères, vidés d'air, sous un recipient de la machine pneumatique, et en diminuant la densité de l'air du récipient, autant qu'on a diminué celle de l'air de l'intérieur des hémisphères : alors on les sépare aisément, en soulevant un peu l'anneau qui tient accroché l'hémisphère supérieur; et si, en les appliquant de nouveau l'un à l'autre, on fait en sorte que l'air puisse rentrer sous le récipient, sans rentrer entre les hémisphères, ils se trouvent attachés de nouveau l'un à l'autre, et aussi fortement qu'ils l'étoient auparavant; ce qui prouve bien que c'est la pres-

sion de l'air extérieur qui cause leur adhérence.

C'est en conséquence de ces principes que le vide se fait par le moyen de la machine pneumatique. Quand on a appliqué un récipient sur la platine, comme nous avons dit qu'on applique l'hémisphère supérieur sur l'inférieur, et qu'on fait descendre le piston d'un bout à l'autre de la pompe, on fait naître un espace sans air, dans lequel celui du récipient ne manque pas de s'étendre en vertu de son élasticité, et devient par-là moins dense qu'il ne l'étoit : la pression de l'air extérieur attache donc le récipient à la platine, et d'autant plus fortement qu'on a diminué davantage la densité de l'air du récipient.

La dilatation de l'air du récipient suit, à chaque coup de piston, le rapport des capacités du récipient et de la pompe. Si la capacité du récipient est double de celle de la pompe, au premier coup de piston, il passera dans la pompe un tiers de l'air du récipient ; et par conséquent la densité de cet air sera diminué d'un tiers : au second coup de piston, il passera encore un tiers des deux tiers qui restent ; au troisième, quatrième, cinquième, etc. coup de piston, il ne passera jamais dans la pompe qu'un tiers de l'air qui reste dans le récipient ; car, la densité de cet air diminue toujours en proportion géométrique, et non pas arithmétique : il restera donc toujours dans le récipient les deux tiers du dernier reste,

D'où il suit qu'une machine pneumatique, quelque parfaite qu'elle puisse être, ne peut jamais produire un vide parfait; on aura une preuve de ceci, si l'on adapte à la machine pneumatique, un récipient dans lequel plonge la partie inférieure d'un baromètre: supposons que le mercure soit, dans ce baromètre, à 27 pouces 9 lignes, et que la capacité du récipient soit double de celle de la pompe: au premier coup de piston, le mercure s'abaissera de 9 pouces 3 lignes, tiers de 27 pouces 9 lignes, et se fixera à 18 pouces 6 lignes: au second coup de piston, il s'abaissera de 6 pouces 2 lignes, tiers de 18 pouces 6 lignes, et se fixera à 12 pouces 4 lignes; et ainsi de suite: donc, la densité de l'air diminuera dans le même rapport; car, la hauteur de la colonne de mercure est toujours proportionnelle à la densité de l'air qui la soutient, et par conséquent à son ressort; car, son ressort augmente ou diminue comme sa densité.

On peut donc, par le moyen d'un baromètre, connoître les divers degrés de dilatation ou de densité de l'air d'un récipient, dans lequel on a fait en partie le vide.

Nous avons dit ci-dessus que le ressort de l'air est d'autant plus actif que l'air a plus de densité: la *fontaine de compression* fournit une preuve de l'activité du ressort de l'air fortement condensé; on appèle fontaine de compression, un vase d'où l'on fait jaillir l'eau

au-dessus de son niveau, par le ressort de l'air fortement condensé.

On peut employer utilement, à l'élévation de l'eau, le ressort de l'air comprimé par une colonne d'eau. *Héron* d'Alexandrie, qui vivoit 120 ans avant J.-C., a le premier employé ce moyen; on se sert encore du ressort de l'air pour rendre continu l'écoulement d'une pompe qui n'a qu'un piston, comme nous l'avons expliqué ci-devant, en parlant de la pompe d'incendie.

La chaleur augmente le volume de l'air, si ce volume est libre de s'étendre : un volume d'air comprimé par le poids de l'atmosphère, et condensé par le froid de la glace, est au volume du même air, raréfié par la chaleur de l'eau bouillante, comme 2 est à 3. Si la chaleur étoit double de celle de l'eau bouillante, alors le volume de l'air condensé par la glace, seroit au volume du même air raréfié par cette chaleur, comme 1 est à 3, etc.

La chaleur augmente le ressort de l'air, à proportion de la pression qu'il éprouve, si son volume ne peut pas s'étendre. Le ressort d'une même masse d'air augmente de quantités differentes, suivant les différens degrés de chaleur auxquels elle se trouve exposée : c'est sur ce principe qu'est fondée la construction du thermomètre d'air d'*Amontons*, qui est le premier où les degrés de chaleur se soient rapportés à un terme connu.

Il est aisé maintenant de sentir la raison

pour laquelle l'air d'une chambre échauffée par un poële, quoique raréfiée par la chaleur, fait cependant equilibre à la pression de l'atmosphère. Cela vient de ce que la chaleur, qui diminue la densité de l'air, augmente en meme tems son ressort, et l'augmentation de l'un compense la diminution de l'autre.

L'air atmosphérique est, non-seulement le fluide essentiel à l'entretien de la vie des hommes et des animaux, mais il est encore le plus approprié à cette fonction : il ne doit donc pas être etonnant que, lorsqu'on met un animal sous un récipient applique à la machine pneumatique, et qu'on y fait le vide, cet animal périsse. Les animaux qui vivent toujours dans l'eau, ont besoin d'air comme les autres; aussi les poissons savent-ils s'approprier celui qui est disséminé dans l'eau; et ils s'élancent souvent à la surface pour en prendre de nouveau et en plus grande quantité.

L'air, et principalement l'air pur, est essentiel à la combustion des corps; de sorte que les matières les plus combustibles ne peuvent s'enflammer qu'en contact avec l'air; et celles qui sont déja enflammées, s'éteignent promptement si elles manquent d'air; cela vient de ce que, comme nous l'avons dit ci-devant, la combustion n'est autre chose qu'une combinaison de l'oxigène (bâse de l'air pur) avec les corps combustibles : si cet oxigène manque, la combustion ne peut donc pas avoir lieu : voilà pourquoi tous les corps combus-

tibles, ou ne s'enflamment pas, ou s'éteignent promptement dans le vide.

L'air se loge dans les pores de presque toutes les substances, sur-tout dans ceux qui sont les plus ouverts, et vers la surface : il y a quatre moyens d'extraire l'air ainsi logé dans les pores des corps; le premier est de les faire chauffer fortement; le second, de les faire refroidir considérablement; le troisième est de les tenir pendant quelque tems dans le vide d'air; le quatrième est de le dissoudre dans quelques menstrues.

1°. En chauffant un corps, on fait sortir, au moins en grande partie, l'air qui est logé dans ses pores; la chaleur augmente le volume de l'air; ce volume augmenté ne peut être contenu dans les pores qui n'ont pas augmenté en capacité proportionnellement à la raréfaction de l'air; il faut donc qu'il en sorte une grande partie : en effet, on voit et l'on entend sortir l'air des viandes et des fruits qu'on fait cuire, du bois qu'on fait brûler, des liqueurs qu'on fait bouillir : dans ce dernier cas, on voit l'air qui, en se raréfiant par la chaleur, se forme en bulles au milieu de la liqueur, la traverse et vient sortir à sa surface.

En faisant refroidir considérablement un corps, on fait sortir une partie de l'air qui est logé dans ses pores : tous les corps qui se refroidissent se condensent; leurs parties se rapprochent les unes des autres; cela ne peut pas arriver sans que les interstices, qui se trou-

vent entre leurs parties, deviennent plus petits, sans que leurs pores se rétrécissent; ce qui oblige une partie de l'air qui y étoit contenu, d'en sortir comme on fait sortir l'eau des pores d'une éponge mouillée, lorsqu'on en rapproche les parties en la pressant.

L'air, qui est logé dans les pores des corps, s'en dégage lorsqu'on tient ces corps pendant quelque tems dans le vide : mettez, dans un vase de verre plein d'eau claire, différens corps, tels qu'un morceau de bois, une pierre tendre ou tout autre corps solide et fort poreux, de manière qu'ils soient entièrement plongés; placez ce vase sur la platine de la machine pneumatique, et le couvrez d'un récipient; à mesure que vous ferez agir la pompe, pour tirer l'air du récipient, vous verrez sortir du corps plongé une grande quantité de bulles d'air qui traversent l'air, vont crever à sa surface, et se mêler à l'air qui reste dans le récipient : donc, l'air se dégage alors des pores.

L'air se dégage aussi des pores des liqueurs que l'on tient quelque tems dans le vide : mettez différentes liqueurs sous un récipient, et y faites le vuide; à mesure que vous tirerez l'air du récipient, celui qui est dans les pores de la liqueur, se réunira en bulles, qui augmenteront en nombre et en grandeur, et qui traverseront la liqueur, souvent avec assez de rapidité pour en soulever une portion, de manière à faire paroître une ébullition assez semblable à celle qui est produite par l'action

du feu : c'est ce qui arrive lorsque la liqueur est facile à diviser ; tels que sont l'esprit-de-vin ; mais, lorsque la liqueur est visqueuse, comme la bierre, les bulles d'air, ne pouvant crever leurs enveloppes, emportent, en s'élevant, la liqueur en forme de mousse. C'est toujours, comme ci-dessus, en supprimant la pression de l'atmosphère, qu'on donne lieu à l'air qui est dans les pores de la liqueur, de se dégager.

L'air qui est logé dans les pores des corps, s'en dégage lorsqu'on fait dissoudre ces corps dans quelques menstrues. Les molécules du corps à dissoudre, désunies et subdivisées par le dissolvant, laissent libres et isolées les particules d'air qu'elles renfermoient entr'elles ; ces particules s'échappent donc avec facilité : c'est ce que l'on voit aisément si l'on couvre d'un vase plein d'eau, du sel ou du sucre ; on voit, pendant presque tout le tems de la dissolution, les bulles d'air s'élever au haut du vase, et quelquefois leur volume égale presque celui du sel ou du sucre qu'on a fait dissoudre.

Les anciens, lorsqu'ils ont décomposé les corps par distillation, fermentation ou combustion, ont cru en extraire des quantités considérables d'air, et dont le volume, quoique soumis à la pression de l'atmosphère, surpassoit un très-grand nombre de fois celui des corps mis en expérience. Ils étoient dans l'erreur ; 1°. souvent ces fluides n'étoient point

de l'air; c'étoient quelques-uns des fluides élastiques, dont nous avons parlé ci-devant; 2°. ces fluides n'étoient point contenus dans les substances qui paroissoient les fournir; il n'y avoit que leurs bâses qui, en se combinant avec la matière de la chaleur ou le calorique, prenoient l'apparence aëriforme.

Lorsqu'on a fait sortir l'air des pores d'un corps, si on l'expose de nouveau à l'air libre, il reprend plus ou moins promptement ce qu'il a perdu.

Voici la description de la machine pneumatique, dans l'état où elle est, depuis que M. *Haukbesc* l'a perfectionnée. Cette machine, très-utile et surprenante, a été nommée *pneumatique* du mot grec πρευμα, esprit, air, vent, parce qu'elle pompe l'air des corps placés dans un vase qu'on nomme *récipient*. Elle est composée de la manière suivante : A A (fig. 11, n°. 3 de l'Atlas), sont deux gros cylindres creux, de bronze, dans lesquels deux pistons montent et descendent par le moyen de leurs crémaillères C C, dans les crans desquelles tombe une roue à *couteau*, qui se meut sur l'axe F quand on tourne la manivelle : G G sont deux pilliers de bois attachés au fond de la machine, et qui ont à leur sommet des vis sur lesquelles s'ajustent les nois E E qui pressent sur la pièce E F, au sommet des cylindres pour les tenir stables en haut et en bas : H H est un tuyau de bronze, creux, fait en forme de col de cigne

cigne, qui communique par en haut avec la pièce creuse de bronze N, et par en bas à la caisse DD; la pièce N a aussi une ouverture qui aboutit à la cavité du récipient OO par un petit trou, au sommet de la plaque II sur laquelle il est placé; le tuyau qui est dans la caisse DD, communique aussi par chacune de ses extrémités avec les cylindres AA; ainsi il y a communication entre les cylindres et le récipient OO; au moyen de quoi l'air, enfermé dans le récipient, est pompé par les pistons des cylindres. De plus, LL est une jauge qui forme un baromètre avec son bassin plein de mercure, et son index de buis divisé par pouces jusqu'à la hauteur de 28 pouces; et au-dessus par dixièmes de pouces; cet index est appliqué sur un morceau de liége qui flotte sur la surface du mercure, afin de monter et descendre avec lui, et de mesurer par ce moyen bien exactement la hauteur du mercure dans le tube, au-dessus de la surface de celui qui est dans le bassin; car, ce baromètre est ouvert au sommet, et communique avec le récipient, de façon que l'on voit le plus ou moins d'air qui s'y trouve par le plus ou moins de hauteur de mercure dans le tube. Il y a dans le tuyau N un robinet qui communique aussi avec le récipient, et en exclut ou y fait entrer l'air, selon qu'on le juge à propos : sur la plaque de cuivre, qui est au sommet de la machine, sont placés des parchemins mouillés sur lesquels on pose le récipient afin d'em-

pêcher cet air extérieur d'y entrer, tandis que l'opéra eur pompe l'air intérieur.

L'air considéré comme Atmosphère.

En quelqu'endroit que nous nous trouvions sur la terre, nous rencontrons de l'air par-tout; en quelque climat que ce soit, sur la cîme des plus hautes montagnes, comme dans les plus profondes vallées, la terre est donc entièrement enveloppée d'air; c'est cette enveloppe, qu'on appèle *atmosphère terrestre*, qui pèse vers le centre de la terre et sur sa surface, qui est emportée avec elle, en participant à son mouvement diurne et à son mouvement annuel, qui a beaucoup de part au mécanisme de la nature, par toutes les propriétés que nous allons détailler.

L'atmosphère est un fluide mélangé d'une grande quantité de substances étrangères: nous pouvons le considérer sous deux aspects différens; 1°. comme un fluide en repos, du moins respectivement à nous; car, ses parties sont dans un mouvement continuel, par la chaleur qui les raréfie, par le froid qui les condense, par les vents qui les font changer de place, etc.; 2°. comme un fluide agité.

L'atmosphère considérée comme un fluide en repos.

Nous avons prouvé ci-devant que l'air est un fluide pesant; or, c'est l'air qui compose

l'atmosphère ; donc, l'atmosphère est pesant ; mais, sa pesanteur est celle d'un fluide ou d'une liqueur : elle doit donc croître ou diminuer selon la hauteur perpendiculaire des colonnes, et selon la largeur de leur bâse : c'est en effet suivant cette proposition qu'elle agit sur la terre, et sur-tout à sa surface ; on s'est assuré de ce fait par l'expérience que Paschal fit exécuter par M. *Périer* son beau-frère, sur la montagne appelée le Puy-de-Dôme. Nous avons fait voir, quand nous avons rendu compte de cette expérience, à l'article de cette collection qui renferme l'histoire des progrès de toutes les sciences, que c'est le poids de l'atmosphère qui soutient le mercure suspendu dans le tube de *Toricelli*, ou ce qui est la même chose, dans le mercure.

Comme l'air de l'atmosphère est un fluide compressible, et qu'il se comprime par son propre poids, il est clair que l'atmosphère n'a pas une densité uniforme dans toute son étendue ; que les couches supérieures, pesant sur les inférieures, doivent nécessairement resserrer et condenser de plus en plus ces dernières ; il suit de-là que les colonnes d'air, répondantes à chaque ligne d'abaissement du mercure, doivent être d'autant plus longues, qu'elles sont prises à une plus grande distance de la surface de la terre : c'est en effet ce qu'on a observé ; mais jusqu'à une hauteur de 1000 ou 1200 toises, au-dessus du niveau de la mer, les différences sont très-peu considéra-

bles; sans doute parce que la grande quantité de corps étrangers, dont l'air est chargé dans la région basse, et le grand poids qui le comprime, rendent sa densité presque uniforme. M. M. *Cassini*, *Maraldi*, et *de Chazelles*, après un grand nombre d'expériences sur diverses montagnes, dont ils avoient mesuré géométriquement les hauteurs, ont jugé que les différentes hauteurs perpendiculaires, répondantes en montant à chaque ligne d'abaissement du mercure dans le baromètre, croissent chacune d'un pied; mais ils ont pensé, avec beaucoup de vraisemblance, que cette proportion ne continue point au-delà d'une demi-lieue au-dessus du niveau de la mer; car, à cette distance de la surface de notre globe, l'air est beaucoup plus pur; son ressort est beaucoup plus libre, et conséquemment ses différens degrés de densité ne dépendent presque plus que de la pression des couches supérieures.

Par le même procédé, on pourroit, par le moyen du baromètre, connoître, à peu de chose près, les hauteurs perpendiculaires des montagnes moyennes. Il faut toujours supposer qu'on sait à quelle hauteur est le baromètre au niveau de la mer pendant qu'on fait l'expérience, ou qu'on connoît l'élévation du lieu ou se trouve le pied de la montagne, dont on veut mesurer la hauteur.

La hauteur jusqu'à laquelle s'étend l'atmosphère au-dessus de la surface de la terre,

seroit une connoissance intéressante pour nous ; les physiciens se sont donné beaucoup de peine pour la déterminer. Cela eût été facile par le moyen du baromètre, si l'air de l'atmosphère étoit de la même densité dans toute son étendue ; mais cela n'est pas. Cela ne seroit pas même difficile, si nous connoissions suivant quelle progression l'air se dilate, à mesure qu'il s'éloigne de la surface de la terre, et qu'il est moins chargé ; mais nous n'avons cette connoissance, qui n'est même qu'un à-peu-près, que jusqu'à la hauteur d'environ une demi-lieue au-dessus du niveau de la mer : les hauteurs du mercure dans le baromètre, observées au pied et au sommet des montagnes, ne peuvent donc pas nous donner la hauteur de l'atmosphère, puisque ces observations ne peuvent se faire que dans la partie inférieure, et que nous ignorons quelle est la densité de l'air dans la partie supérieure : c'est ce qui a engagé M. *de la Hire*, d'après une idée de *Képler*, à se servir d'une méthode plus simple et plus sûre ; cette méthode est fondée sur l'observation des crépuscules : tous les astronomes conviennent que le crépuscule commence le matin, lorsque le centre du soleil n'est plus qu'à 18 degrés au-dessous de l'horizon, ces 18 degrés pris sur un cercle vertical ; et qu'il finit le soir, lorsque le centre du soleil est abaissé de cette quantité. Dans ce cas-là, le rayon solaire, ayant sa direction de bas en haut, va toucher obliquement la sur-

face supérieure de l'atmosphère, et en s'y réfractant arrive jusqu'à la terre : si l'atmosphère étoit moins haute qu'elle n'est, il faudroit que le soleil fût moins abaissé que 18 degrés au-dessous de l'horizon, pour que le crépuscule commençât; et, au contraire, si elle étoit plus haute, le crépuscule commenceroit, le centre du soleil étant plus bas que 18 degrés : il y a donc un rapport nécessaire entre la durée des crépuscules et la hauteur de l'atmosphère; c'est d'après la recherche de ce rapport, que M. de la Hire à prétendu, avec beaucoup de vraisemblance, que cette hauteur étoit d'environ 16 lieues; nous pensons cependant que l'air s'étend à une plus grande hauteur; mais qu'en même tems, il a, au-dessus de 16 lieues, trop peu de densité pour réfracter sensiblement la lumière (1).

Le poids de la colonne de mercure, soutenue dans le baromètre par celui de la colonne d'air qui y répond, pouvant nous apprendre au juste quelle est la valeur de la pression de l'atmosphère sur une portion donnée de la surface de la terre, on a cherché à connoître par-là quel est le poids total de l'atmosphère; mais, après bien des calculs, cette connoissance a paru très-difficile, et même

(1) Il y a des physiciens qui prétendent que l'atmosphère s'étend jusqu'à l'orbe lunaire. Ce ne sont, jusqu'à ce jour, que des conjectures.

impossible à acquérir; car, elle en exige de préliminaires que nous n'avons point: il faudroit 1°. connoître exactement la surface de la terre, connoissance qu'on n'a point, parce qu'elle n'est pas parfaitement ronde; 2°. il faudroit tenir compte de la hauteur de ses inégalités; sans quoi, l'on trouveroit le poids total plus grand qu'il n'est; 3°. connoître les différens degrés de densité de l'air, dans les différens climats, et dans les différentes parties de l'atmosphère; 4°. avoir égard aux effets de la force centrifuge, qui résulte du mouvement de rotation de la terre sur son axe, et qui diminue les effets de la pesanteur, mais pas également dans tous les lieux: on voit combien il seroit difficile de saisir exactement tous ces élémens; aussi, a-t-on abandonné cette question, qui n'est heureusement que de pure curiosité.

On a divisé en deux classes les matières qui s'élèvent de la terre dans l'air; l'une comprend toutes celles qui tiennent de la nature de l'eau; dans l'autre sont comprises, les parties salines, grasses, spiritueuses, etc. auxquelles on donne le nom d'*exhalaisons*: toutes ces substances différemment mélangées ou modifiées, prennent diverses formes, et produisent divers phénomènes qu'on nomme *météores*.

Des Météores.

Les météores sont donc des phénomènes, qui ont lieu dans l'atmosphère ; on en distingue de trois sortes ; savoir, les *météores aqueux*, les *météores lumineux*, et les *météores enflammés*. Nous ne traiterons ici que des météores aqueux ; nous parlerons des lumineux, en traitant de la lumière ; et des enflammés, en traitant de l'électricité.

Les météores aqueux sont tous ceux qui sont produits par l'eau qui se trouve dans l'atmosphère, soit en vapeurs, soit en dissolution ; tels sont, le serein, la rosée, la gelée blanche, les brouillards, le givre ou frimats, les nuages, la pluie, la grêle et la neige. Tous ces météores naissent des mêmes causes, et sont composés de la même matière différemment modifiée.

Pendant le jour, le soleil échauffe la terre, l'eau, l'air, et tout ce qui se trouve exposé à ses rayons ; la chaleur, communiquée à tous ces corps, se ralentit, lorsque le soleil est couché, mais plus promptement dans l'air, que dans les matières qui ont plus de densité ; de sorte que les eaux, la terre, et la plupart des corps qui sont à sa surface, conservent cette chaleur plus long-tems, et se trouvent, pendant la nuit, en avoir plus que l'air : alors, la matière de la chaleur, qui, comme tous les autres fluides, tend à se répandre uniformé-

ment par-tout, passe de la terre et des eaux dans l'air, et se combinant avec les parties les plus subtiles, leur fait prendre l'état de vapeurs, qui s'élèvent dans l'air par leur légèreté respective. De plus, l'air, qui s'insinue aisément dans les pores des corps, dissout une portion d'eau plus ou moins forte. Toutes ces particules aqueuses, ainsi enlevées, se répandent dans la portion de l'atmosphère la plus voisine de la terre ; et jointes à l'eau déja dissoute, que l'air, alors cendensé par le refroidissement, peut abandonner, et renvoyer vers la terre, elles causent cette humidité, qu'on apperçoit sensiblement sur les habits, lorsqu'on se promène le soir, et à laquelle on a donné le nom de *serein*.

Si, à ces particules aqueuses, se trouvent mêlés, comme cela arrive quelquefois, des extraits de différentes substances, soit végétales, soit minérales, le serein qui s'en trouve chargé, peut avoir des qualités bonnes ou mauvaises, suivant la nature de ces substances ; et, comme la nature ne fournit pas partout, et en tout tems, les mêmes productions, nous devons conclure que le serein peut changer de qualités suivant le tems et les lieux.

Lorsque la terre s'échauffe suffisamment pendant le jour, ce qui arrive ordinairement dans les saisons et les climats chauds, ces particules aqueuses, qui forment le serein, continuent pendant toute la nuit de s'élever de

la terre, et demeurent pour un tems suspendues dans la région basse de l'air; mais, au lever du soleil, la chaleur renaît dans l'atmosphère, et l'air, en se raréfiant, abandonne ces parties aqueuses, qui retombent alors sur la terre et sur tous les corps qui sont à sa surface, et forment ce qu'on appèle la *rosée*. Il y a une autre sorte de rosée, qui ne retombe pas, comme la première, quoiqu'elle soit formée de substances semblables, et qui s'élèvent pareillement de la terre; mais ces dernières, au lieu d'en sortir immédiatement et de passer dans l'air, enfilent les tiges, les branches et les feuilles des plantes, et s'y ramassent en gouttes: pour se convaincre de ce fait, on n'a qu'à couvrir le soir une plante quelconque, par exemple, un chou, ou une laitue, avec une cloche de verre, on la trouvera le matin couverte de rosée, comme le seront les plantes voisines qui seront demeurées découvertes; et la cloche de verre sera elle-même couverte de la rosée tombante.

Quand les nuits commencent à devenir longues, comme vers la fin ou la moitié de l'automne, la terre, et les corps qui sont à sa surface, ont le tems de se refroidir assez pour permettre à la rosée de se geler; les petits glaçons qui en proviennent, et qui sont fort menus et très-proches les uns des autres, forment alors ce que nous appelons la *gelée blanche*.

Il arrive quelquefois, par certaines dispo-

sitions dans l'atmosphère, et par un concours de circonstances assez-difficiles à déterminer, qu'il s'élève une grande quantité de particules aqueuses, qui ne sont qu'imparfaitement dissoutes dans l'air, ou qui ont pris la forme de vapeurs grossières qui s'étendent uniformément dans la partie basse de l'atmosphère ; alors, ces particules troublent la transparence de l'air, et forment ce qu'on appèle le *brouillard :* par une conséquence naturelle, il suit de-là que les brouillards doivent être plus fréquens dans les lieux les plus capables de fournir une grande quantité de ces particules aqueuses.

Lorsque les brouillards s'élèvent assez haut dans l'atmosphère, et qu'il s'y en fait des amas, soit par quelque condensation de l'air, soit par l'impulsion des vents, etc. cela forme ce que nous appelons les *nuages*, qui flottent à différentes hauteurs dans l'air, avec lequel ils sont en équilibre ; et, comme l'air a d'autant plus de densité, qu'il est plus près de la surface de la terre, il n'est pas étonnant que ces nuages épais, qui sont prêts à fondre en pluie, soient ordinairement fort bas ; il n'y a que les nuages rares et légers qui puissent se soutenir à une certaine hauteur.

Si les nuages s'épaississent, soit par l'action des vents, soit par la condensation ou la raréfaction de l'air qui les porte, soit par l'abandon du calorique qui les tenoit dans l'état de vapeurs, les particules aqueuses,

dont ils sont composés, se réunissent en gouttes, qui, devenues par-là trop pesantes pour se soutenir en l'air, font, en tombant, ce qu'on appèle de la *pluie*.

Le froid de la région des nuages est quelquefois assez considérable, pour geler les particules aqueuses qui composent les nuages; si le froid les saisit, avant qu'elles aient eu le tems de se réunir en gouttes, les petits glaçons qui en proviennent, se réunissant plusieurs ensemble, et ne se touchant que par quelques points de leur surface, ne composent que des flocons très-légers; c'est-là ce que nous appelons *neige*: la neige tombe toujours lentement, et presque sans accélération, parce que, avec très-peu de masse, elle présente à l'air qu'elle traverse, une grande quantité de surfaces; ce fluide, par sa résistance, l'empêche donc de recevoir l'augmentation de vîtesse, que lui auroit donnée, sans cela, l'accélération de sa chute: cette grande quantité de surface rend encore la neige très-susceptible d'évaporation; aussi, diminue-t-elle sensiblement, même dans les jours les plus froids.

Si le froid qui règne quelquefois dans la région des nuages, donne le tems aux particules aqueuses, qui les composent, de se réunir en gouttes, avant d'être prises par la gelée, le froid, qui les saisit, en forme de petites globules de glace; c'est là ce que nous appelons *grêle*. La grêle devient toujours par-

faitement ronde, parce qu'elle est composée d'eau, qui, ayant été fluide dans un milieu qui la pressoit également de toutes parts, a dû nécessairement prendre une figure sphérique : aussi, est-il hors de doute que c'est là la figure qu'elle a dans le moment de sa formation. Cependant, lorsqu'elle arrive à terre, elle est le plus souvent anguleuse ; cela vient, ou de ce qu'elle a déja commencé à se fondre, ou qu'au contraire, elle a déja reçu un degré de froid suffisant pour geler les petites particules d'eau qu'elle a touchées dans sa chute, et qui tombent moins vîte qu'elle.

D'après ce que nous venons de dire des météores aqueux, il est aisé de voir qu'ils naissent tous des mêmes causes ; ce sont les particules d'eau, qui passent de la terre et des eaux dans l'air, qui forment le serein ; la rosée est le serein lui-même qui est retombé ; la gelée blanche est la rosée qui s'est gelée ; le brouillard n'est qu'un serein plus abondant ; le givre ou frimats est le brouillard qui se gèle, en adhérant aux corps qu'il rencontre ; les nuages sont des brouillards portés à une certaine hauteur ; les pluies sont des nuages, dont les particules aqueuses se sont réunies plusieurs ensemble pour former des gouttes ; la neige est un nuage dont les particules se sont gelées en gouttes ; enfin la grêle n'est autre chose, que les gouttes de pluie gelées.

L'Atmosphère considéré comme un fluide agité.

On observe deux sortes de mouvement dans l'air de l'atmosphère ; l'un n'est qu'un mouvement de tremblottement ou de vibration imprimé aux parties de ce fluide, et qui les agite pendant quelque tems, sans les déplacer ; c'est celui qui nous apporte le son ; l'autre est un vrai mouvement de translation, par lequel une portion assez considérable de l'atmosphère, est poussée d'un lieu dans un autre, avec une vîtesse plus ou moins grande, et dans une direction déterminée ; c'est celui qui produit le vent.

Nous ne parlerons point ici du son, parce que nous en avons suffisamment traité, dans le premier volume de cette collection ; nous allons parler des vents.

Des Vents.

Le vent est un mouvement de translation de l'air, par lequel une certaine portion de l'atmosphère est poussée d'un lieu dans un autre, avec une vîtesse plus ou moins grande, et dans une direction déterminée. C'est, comme l'on sait, de cette direction, que dérivent les noms que portent les vents ; car, ils en prennent de différens, selon les différens points de l'horizon d'où ils soufflent.

Les vents sont divisés en généraux ou constans, en périodiques ou réglés, et en variables,

et d'un autre point dans un autre tems. Les vents généraux ou constans sont ceux qui soufflent toujours du même côté ; tels sont les *vents alizés*, qu'on remarque entre les deux tropiques, et qui soufflent constamment de l'est à l'ouest, avec seulement quelques petites variations périodiques, suivant les différentes déclinaisons du soleil.

Les vents périodiques ou réglés, sont ceux qui soufflent périodiquement d'un point de l'horizon, dans un certain tems, tels sont les *moussons*, comme ceux qui soufflent du sud-est, depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de mai, et du nord-ouest, depuis le mois de mai jusqu'au mois d'octobre, entre la côte de Zanguebar et l'île de Madagascar.

Les vents variables sont ceux qui soufflent tantôt d'un côté, tantôt d'un autre, et qui commencent ou cessent sans aucune règle, soit par rapport aux lieux, soit par rapport aux tems, et qui sont par conséquent variables, soit par la direction, soit par la durée, soit par la vîtesse ; tels sont ceux que nous observons à Paris.

Les vents sont causés, en général, par un défaut d'équilibre dans l'air, c'est-à-dire, parce que certaines parties, se trouvant avoir plus de force que les parties voisines, s'étendent du côté où elles trouvent moins de résistance : mais quelle est la cause qui produit ce défaut d'équilibre ? C'est ce qu'on ne sait que très-imparfaitement. Les explications que les physi-

ciens ont données de ces phénomènes, sont si vagues et si peu satisfaisantes, que ce seroit bien peu etablir cette matière, que de les rapporter. Nous aimons mieux donner pour cause première et générale des vents, l'électricité, qu'on sait qui règne continuellement dans l'atmosphère et à la surface de notre globe. Le tonnerre et les trombes, qui sont aujourd'hui reconnus pour des phénomènes électriques, sont toujours, ou presque toujours, accompagnés de grands vents. Pourquoi la cause qui produit ces phénomènes, ne seroit-elle pas celle des vents qui les accompagnent? Si elle est la cause de ces vents, pourquoi ne seroit-elle pas celle des autres vents?

On peut considérer dans le vent, sa direction, sa vîtesse et sa force; sa direction est déterminée par le point de l'horizon d'où il souffle, et cette direction est indiquée par les girouettes; mais pour cela, il faut être orienté; d'ailleurs, les girouettes ne peuvent indiquer que la direction du vent qui est à leur hauteur: il y en a souvent de supérieurs, qui y sont opposés, ou qui du moins soufflent dans des directions différentes.

On a essayé de mesurer la vîtesse des vents, en leur donnant à emporter des corps légers; mais les expériences qu'on a faites sur ce sujet, s'accordent fort peu entre elles. *Mariotte* prétend que la vîtesse du vent le plus impétueux, est de 32 pieds par seconde; *Derham* la conclut

élut de 66 pieds d'Angleterre ; *Lacondamine* l'a trouvée de 85 pieds.

La force du vent dépend de sa vîtesse et de la masse d'air qu'il fait agir contre l'obstacle qui lui est opposé ; le même vent fait donc d'autant plus d'effort, que l'obstacle lui présente plus de surface ; c'est pourquoi, suivant le degré actuel de vîtesse du vent, on habille plus ou moins les ailes d'un moulin à vent ; on déploie plus ou moins les voiles d'un vaisseau : les arbres sont moins renversés par le vent, pendant l'hiver que pendant l'été ; parce que pendant cette dernière saison, ils sont garnis de feuilles, qui font que le vent a plus de prise sur eux.

Nous savons encore tirer de très-grands avantages des vents, en leur faisant produire des effets pour lesquels il nous faudroit employer la force d'un grand nombre d'hommes ou d'animaux. Ce sont les vents qui font tourner nos moulins à moudre le bled, à broyer les fruits et les semences, pour en extraire les huiles, à fouler les draps, etc. Les vents sont l'ame de la navigation, etc.

CHAPITRE IX.

Des propriétés de l'eau.

On connoît bien actuellement la nature de l'eau ; nous avons prouvé précédemment qu'elle est composée de 17 parties (mesurant par le poids) de la bâse de l'air pur, appelée *oxigène*, et de trois parties de la bâse du gaz hydrogène ou inflammable, qu'on a, pour cette raison, appelée *hydrogène*, c'est-à-dire, *générateur de l'eau* : il s'agit maintenant de voir quelles sont ses propriétés ; il nous est d'autant plus intéressant de les connoître, que ce fluide nous est presque aussi nécessaire que l'air. L'eau, ou ses parties constituantes, entrent dans un grand nombre des productions de la nature ; sans elle, il n'y a point de végétation ; elle est la boisson des hommes et des animaux, et elle est essentielle aux commodités de la vie.

L'eau se présente à nous dans trois états différens, sous lesquels il faut la considérer ; 1°. comme liqueur ; 2°. comme vapeur ; 3°. comme glace : ces trois manières d'être, qui ne changent rien à son essence, la rendent propre à produire des effets différens.

L'eau considérée dans l'état de liqueur.

L'eau, dans l'état de liqueur, est un fluide insipide, visible, transparent, sans couleur, sans odeur, presque totalement incompressible, très-peu élastique, qui adhère à la surface de la plupart des corps, qui en dissout un grand nombre, qui en pénètre un nombre plus grand encore, et qui est capable d'éteindre les matières enflammées qu'on y plonge, ou sur lesquelles on en jète une assez grande quantité; cette définition ne convient en entier qu'à l'eau parfaitement pure; ainsi, si elle est opaque, colorée, odorante, ou qu'elle ait quelque goût, elle est certainement mêlée avec quelque matière étrangère.

La liquidité de l'eau vient de ce qu'elle est combinée avec une grande quantité de la matière de la chaleur, pour entretenir entre ses parties cette mobilité respective, qui leur permet de rouler les unes sur les autres, et d'obéir à leur poids, de manière que celles de la surface supérieure se placent toutes sur le même plan horizontal; sitôt que cette combinaison est rompue, les parties se rapprochent, se touchent de plus près, et par ce contact adhérent ensemble, au point de former un corps solide; toutes les autres substances, susceptibles de devenir liquides, le deviennent par la même cause.

L'eau nous est fournie de deux manières;

elle nous vient, 1°. de l'atmosphère, par les pluies, la neige, la grêle, etc.; 2°. du sein de la terre, par les sources et les fontaines, qui forment ensuite les rivières et les fleuves, lesquels transportent toutes leurs eaux à la mer. Les eaux des pluies, etc. sont originairement fournies par toutes celles qui s'évaporent et qui s'élèvent des terres, des eaux et des mers; lesquelles, en retombant, fournissent à l'entretien des sources et des fontaines : la preuve que les sources sont entretenues par les eaux qui tombent de l'atmosphère, c'est qu'un grand nombre de ces sources tarit souvent, ou du moins diminue considérablement après une longue sécheresse, et qu'elles recommencent à couler avec abondance, après de nouvelles pluies, ou à la fonte des neiges : on explique aisément par-là pourquoi les eaux des sources sont douces; pourquoi les eaux voisines de la mer sont aussi douces que les plus éloignées; enfin, pourquoi les sources se trouvent plus communément à mi-côte, ou au pied des montagnes, que dans les plaines.

On ne doit pas être étonné que cette légère vapeur, qui s'élève de notre globe dans l'atmosphère, fournisse une aussi grande quantité d'eau que celle qui est nécessaire pour l'entretien de tous les fleuves qui coulent sur la terre, si l'on considère l'étendue de la surface qui fournit presque continuellement à l'évaporation. La quantité d'eau qui s'élève de la mer a été appreciée par M. *Halley*; il a trouvé, par des

observations assez précises, que l'eau salée au même degré que l'est ordinairement l'eau de la mer, celle qui a dissout une quantité de sel égale à la trente-deuxième partie de son poids, et exposée à un degré de chaleur égal à celui qui règne dans nos étés les plus chauds, perd, par son évaporation, la soixantième partie de l'épaisseur d'un pouce d'eau, en deux heures : ainsi, la mer en perd donc une épaisseur d'un dixième de pouce en 12 heures; une surface de 10 pouces carrés fournit donc un pouce cubique d'eau en 12 heures; par conséquent, une toise carrée en fournit 518 pouces cubiques, et une lieue carrée de 2283 toises de côté ou de 25 au degré, environ 1574006 pieds cubiques.

Voyons maintenant combien il y a de ces lieues carrées qui peuvent servir à cette évaporation : pour avoir une idée de la masse immense du produit de l'évaporation qui s'opère sur toute la mer, nous supposerons la moitié du globe couverte par la mer, et l'autre moitié occupée par les continens et les îles : dans cette supposition de la moitié du globe couverte par la mer, nous péchons plutôt par défaut que par excès. La surface de la terre est d'environ 25,797,278 lieues carrées; la surface de la mer seroit donc de 12,898,639 lieues carrées : en prenant pour l'évaporation journalière, celle des 12 heures dont nous venons de parler, et faisant abstraction de ce qui s'évapore pendant les 12 autres heures, qui n'est certaine-

ment pas nul, comme le prouve le serein ; faisant aussi abstraction de ce qui s'évapore du reste de la surface du globe, nous sommes sûrs d'avoir un produit bien au-dessous de la réalité ; et cependant ce produit de l'eau fournie chaque jour par la mer, se trouve être 20,302,535,177,834 pieds cubes ; ce qui fait, comme on le voit, plus de vingt millions de millions de pieds cubes ; masse énorme et beaucoup plus que suffisante pour fournir à l'écoulement de tous les fleuves.

Qu'on ne conclue pas de-là que les mers ne reçoivent pas autant d'eau qu'elles en fournissent ; car, il y en a une portion qui retourne immédiatement de l'atmosphère dans les mers, par les pluies, neiges, etc. qui y tombent ; une autre portion pénètre dans les terres, et retourne aux mers par des canaux souterrains ; de ce qui reste, une portion s'élève de nouveau en vapeurs, et une autre portion sert à la boisson des hommes et des animaux, et à l'entretien de la végétation.

Lorsque l'eau est trop mêlée de corps étrangers, qui la rendent impure, il faut chercher à la purifier, pour qu'elle devienne propre à être employée aux usages de la vie ; de tous les moyens connus pour cela, le plus usité est la filtration, et le plus efficace est la distillation. La filtration ne purge l'eau que des matières grossières, et tout ce qui se trouve dissout, comme les sels, les sucs pierreux, etc., passe avec l'eau, au travers du filtre :

c'est ce qui forme les stalactites qu'on trouve dans les grottes souterraines, comme aux caves de l'Observatoire, à Paris, aux grottes d'Arcy, en Bourgogne, etc.; au lieu que la distillation purge l'eau de tout ce qui est fixe, et les substances volatiles qui passent avec elles dans le récipient, se volatilisent promptement de nouveau et la laissent dans toute sa pureté; aussi, est-ce le seul moyen efficace pour rendre l'eau de la mer potable.

L'eau, ainsi que les autres liqueurs, ne paroît point compressible, c'est-à-dire, qu'on ne connoît point de force qui puisse faire diminuer, d'une quantité sensible, un volume d'eau donné; cependant on ne doit pas la regarder comme absolument incompressible; car, elle est capable de transmettre les sons: donc, elle est élastique, quoiqu'elle le soit très-peu; or, tout corps élastique est nécessairement compressible.

Les particules de l'eau ont entre elles une certaine adhérence, de sorte qu'il faut une certaine force pour les séparer; la preuve de cela, c'est qu'une goutte d'eau demeure suspendue au bout du doigt, quoique les particules inférieures de la goutte, ne touchent qu'à d'autres particules d'eau: c'est pour cela qu'une aiguille, ou des feuilles minces de métal, appliquées sur la surface de l'eau, ne s'y enfoncent point, malgré leur pesanteur respective; parce que la résistance des particules de l'eau à être divisées, est plus grande que

l'excès de pesanteur spécifique de ces corps, sur celle d'un pareil volume d'eau.

Si dans le moment que l'eau cesse d'être glace, on l'expose au feu dans un vaisseau ouvert, et soumis à la pression de l'atmosphère, elle s'échauffe et se raréfie, jusqu'à ce qu'elle bouille, et non au-delà, quelque long-tems qu'on la chauffe; et, lorsqu'elle s'est autant raréfiée qu'elle peut l'être, son volume est augmenté de $\frac{1}{26}$; et alors elle a 80 degrés de chaleur.

Mais, si la surface n'étoit pas chargée du poids de l'atmosphère, elle bouilliroit beaucoup plutôt et à une moindre chaleur, comme on peut s'en convaincre, en adaptant à la machine pneumatique, par le moyen d'un siphon renversé, le vase qui contient l'eau, en y faisant ensuite le vide, et ôtant par-là presque toute la pression de l'atmosphère: si l'on chauffe l'eau légèrement, comme, par exemple, en plongeant le vase qui la contient dans de l'eau chaude, elle bouillira aussi fort que si le vase étoit à nud sur un grand feu.

Si, au contraire, l'eau étoit retenue de toutes parts par des obstacles invincibles, comme elle l'est dans la *marmite de Papin*, elle s'échaufferoit considérablement sans bouillir, et le degré de chaleur qu'elle est capable de prendre en pareil cas est prodigieux, et tel qu'il ne seroit peut-être pas prudent d'essayer de savoir jusqu'où il peut aller: on sait que, dans cette marmite, la chaleur que l'eau y prend,

est assez forte pour fondre de l'étain, et même du plomb; c'est pour cette raison que les fruits et les viandes y cuisent très-vîte, et dans leur jus.

La dissolution des sels dans l'eau présente un phénomène très-singulier, que voici : un sel, en se dissolvant dans l'eau, la refroidit communément ; nous disons *communément*, parce qu'il en faut excepter quelques-uns, tels que le carbonate de potasse, l'acétite de plomb, et les sulfates de magnésie, de fer, de cuivre et de zing. Celui de tous les sels qui est le plus propre à refroidir l'eau, en s'y dissolvant, est le muriate d'ammoniaque ; sans doute, parce qu'étant très-soluble, il rend l'opération plus prompte, et par-là le refroidissement plus sensible ; aussi, est-il très-propre à suppléer la glace pour rafraîchir les liqueurs : la raison de ce refroidissement (qui ne dure pas très-long-tems) est qu'une portion de la matière de la chaleur, en état de liberté, que contiennent ces substances, est chassée par la pénétration réciproque de l'eau et du sel dans les pores l'un de l'autre. Le muriate de soude et le sel acide boracique ne refroidissent l'eau que de 1 degré ; la soude et le nitre la refroidissent de 5 degrés ; la tartrite de soude de 5 $\frac{1}{4}$ de degrés ; la sulfate de soude de 5 $\frac{1}{2}$ degrés ; et le muriate d'ammoniaque, de 10 $\frac{1}{2}$ degrés.

L'eau de la mer, suivant les expériences de MM. *Marsilli*, *Halley*, *Hales*, etc. ne tient en dissolution que peu de sel marin, environ

4 gros par livre d'eau, c'est-à-dire $\frac{1}{32}$ de son poids ; cela prouveroit qu'il n'y a pas dans la mer des livres de ce sel, destinées à remplacer celui qu'on en tire journellement : car, dans ce cas, l'eau de la mer en dissoudroit plus de 4 gros par livre, puisque l'eau la plus froide peut en dissoudre jusqu'à 6 onces : il est plus raisonnable peut-être de penser qu'il ne reste plus dans la mer de sel à dissoudre ; que l'équivalent de ce que l'on en tire, y est reporté par les eaux qui s'y rendent ; et ce qu'il en reste pour la nutrition des animaux et des plantes, est compensé par une portion du sel que l'on retire des mines en plusieurs endroits, et qui s'y est aussi porté par les eaux. Par ce moyen, la salure de l'eau de la mer demeure toujours à-peu-près la même.

L'eau est capable d'éteindre les corps embrâsés, pourvu qu'elle puisse subsister sur eux, dans l'état de liqueur, plus long-tems que ne peut durer l'embrâsement ; car, alors elle empêche le contact de l'air, fluide absolument essentiel pour la combustion des corps ; mais si elle se vaporisoit, et qu'elle se décomposât, son oxigène se combineroit avec le corps qui brûle, et son hydrogène, se combinant avec le calorique, formeroit un gaz inflammable qui, en s'embrâsant, augmenteroit beaucoup l'activité du feu.

L'Eau considérée dans l'état de vapeur.

Lorsque l'eau est plus chaude que l'air qui la touche, la matière de la chaleur, qui tend toujours à se répandre uniformément en sortant de l'eau, en emporte les parties les plus subtiles ; et ,les parties les moinsadhérentes à la masse, et en se combinant avec elle, réduit cette portion de l'eau à l'état de vapeur, et qui le distingue de l'eau en liqueur.

La vapeur est parfaitement invisible, lorsqu'elle passe dans un air un peu sec, et dont la température est un peu élevée, comme par exemple, lorqu'elle est de 18 ou 20 degrés, ou au-dessus. Mais si l'air, qui reçoit la vapeur, est déja chargé d'eau, et que sa température ne soit que de 7 à 8 degrés, ou au-dessous, alors la vapeur y devient apparente, et y forme un nuage très-sensible d'un gris blanc ; aussi, voit-on fumer en hiver l'eau qu'on tire d'un puits un peu profond, ce qui n'arrive pas en été : l'apparence de cette espèce de nuage, est due à ce que l'eau, qui forme la vapeur, ne peut pas se dissoudre dans un air trop humide et trop condensé.

La combinaison du calorique avec les particules aqueuses, qui forme la vapeur, les raréfie au point que, dans cet état de fluide élastique, elles occupent un volume 12 ou 1400 fois plus grand, que celui qu'elles avoient dans l'état de liqueur ; ce qui leur donne une légè-

reté respective, suffisante pour s'élever dans l'air, et vaincre les frottemens qu'elles éprouvent dans leur passage : c'est le même effet que celui que produit le calorique sur les bâses de tous les fluides élastiques permanens, dont nous avons parlé ci-devant.

Si la vapeur de l'eau considérablement échauffée, est retenue par des obstacles, la chaleur augmente son ressort, autant qu'elle auroit augmenté son volume, si elle avoit eu la liberté de s'étendre. En vertu de cette augmentation de ressort, elle fait donc alors, contre tout ce qui lui résiste, des efforts prodigieux et capables de vaincre des obstacles considérables : on en a des exemples très-saillans dans ces superbes machines appelées : *pompes à feu* ; dans celle qui est établie à Chaillot, près Paris, la vapeur soulève le piston du grand cylindre, qui a 5 pieds de diamètre, et qui est chargé d'une colonne d'air qui pèse plus de 43520 livres.

L'Eau considérée dans l'état de glace.

Nous avons dit ci-dessus que l'eau n'est dans l'état de liqueur, que lorsqu'elle est combinée avec une assez grande quantité de la matière de la chaleur, pour entretenir ses parties mobiles entre elles : lorsque, par le voisinage d'un air froid, elle perd, 1°. du calorique libre, elle se refroidit, mais demeure liqueur ; si ensuite elle perd son calorique com-

biné, lequel est nécessaire pour soutenir ses parties, les empêcher de se réunir, et entretenir leur mobilité respective, alors ses parties se rapprochent, se touchent les unes aux autres, de manière à former un corps dur que l'on nomme *glace*. L'eau, en se gelant, perd donc la matière de la chaleur qui y étoit combinée : ce passage de l'eau de l'état de liqueur à celui de glace, et qu'on appèle *congélation*, n'est donc dû qu'à la disette de la matière de la chaleur ou du calorique combiné. L'eau augmente de volume, en approchant de la congélation. La glace, une fois formée, a un plus grand volume, et une pesanteur spécifique moindre que celle de l'eau ; car, elle y surnage. Il ne faut cependant pas, ainsi que l'a fait Galilée, regarder la glace comme de l'eau raréfiée ; elle est réellement condensée ; et l'augmentation de son volume, ainsi que de celui de l'eau, dans le moment de la congélation, n'est due qu'à l'air, qui, étant sorti des pores de l'eau par le rapprochement de ses particules, se ramasse en bulles, qui, ne pouvant sortir de la masse, parce que la surface est communément la première gelée, se répandent dans cette masse, et y occupent de nouvelles places, que cet air n'occupoit pas, lorsqu'il étoit disséminé dans les pores : c'est ainsi que l'ont pensé les plus célèbres physiciens, *Haynghen*, *Homberg*, *Mariotte* et de *Mairan*. Aussi, observe-t-on que de la glace, faite avec de l'eau bien purgée d'air, est sen-

siblement plus pesante que l'autre : quoiqu'on n'ait pas pu encore parvenir à en faire de plus pesante, ou même d'aussi pesante que l'eau, parce qu'il n'est pas possible de la purger de tout l'air qu'elle contient, selon M. de Mairan, la glace, faite avec de l'eau purgée d'air, n'excède que de $\frac{1}{22}$ le volume d'eau qui l'a formée, tandis que la glace, faite avec de l'eau non purgée d'air, excède ce volume de $\frac{1}{9}$ ou $\frac{1}{10}$.

C'est cette augmentation de volume, causée par un fluide dont l'élasticité est parfaite, qui donne tant de force à la glace ; les efforts qu'elle fait en certains cas sont prodigieux ; tout le monde connoît la fameuse expérience d'*Huyghens*, dans laquelle un canon de fer épais d'un doigt, rempli d'eau et bien fermé, ayant été exposé à une forte gelée, creva en deux endroits au bout de 12 heures : *Musschenbrock*, ayant calculé l'effort qu'avoit fait la glace en pareil cas, trouva qu'il étoit équivalent à une force capable de soulever un poids de 27720 livres ; ce qui est presque incroyable.

Il n'en est pas de même du froid qui fait geler l'eau, comme la chaleur qui la fait bouillir ; l'eau qui bout, n'augmente plus de chaleur, quelque long-tems qu'on la chauffe ; mais la glace, étant une fois formée, si elle se trouve exposée à un froid qui dure un certain tems, et quiaille en augmentant, elle devient toujours de plus en plus froide.

La glace peut aussi devenir plus froide artificiellement, en y mêlant des sels, ou des

esprits ardens ou acides : de tous les sels, celui qui est le plus propre à refroidir la glace, est le sel marin ou muriate de soude ; la dose la plus convenable est trois parties de sel et huit parties de glace, mesurant par le poids. Ce qu'il y a de singulier, c'est que ces sels ou esprits font fondre la glace en la refroidissant : de la glace qui ne peut être glace que par le froid, et qui cependant cesse d'être glace en se refroidissant, est un phénomène bien singulier, et très-difficile à expliquer, pour ceux qui font consister la liquidité dans un mouvement actuel des parties du liquide, et qui prétendent que les sels refroidissent l'eau, parce qu'ils ralentissent ce mouvement ; car, dans le cas présent, les sels rendent la liquidité à la glace ; donc, selon eux, ils ne ralentissent pas le mouvement, ils le raniment : cependant, ils la refroidissent : donc, ce froid n'est pas le signe d'un mouvement ralenti, mais ce phénomène devient aisé à expliquer, en disant que la mobilité respective des parties suffit pour la liquidité ; et que la diminution de quantité de la matière de chaleur en état de liberté, suffit pour le refroidissement : or, c'est ce qui a lieu dans le cas dont il s'agit ; car, le sel et la glace, en se pénétrant mutuellement, 1°. rétablissent cette mobilité respective des parties ; ce qui aide la glace à se fondre ; 2°. ils chassent pour un tems de leurs pores une portion de la matière de la chaleur libre qui y étoit ; et il y en a une partie qui

perd sa liberté en se combinant avec la glace, pour la faire devenir liqueur ; c'est pourquoi le mélange se refroidit : cette pénétration mutuelle du sel et de la glace, est prouvée d'une manière incontestable, 1°., par la fusion réciproque de ces deux substances ; 2°. parce qu'elles occupent, après la fusion, moins d'espace qu'auparavant. Or, cette fusion est une condition absolument essentielle au refroidissement ; car, si l'on dessèche la glace et le sel par un froid de 12 ou 14 degrés, de manière qu'il ne reste plus rien d'humide qui puisse commencer la fusion, le mélange ne se refroidit pas, parce qu'il n'y a ni fusion, ni pénétration : et si l'on disoit que la glace est tellement refroidie, que son froid ne peut plus augmenter, on seroit convaincu du contraire, en versant sur cette glace de l'esprit-de-vin, ou de l'acide nitrique ou muriatique ; le refroidissement seroit considérable, et pourroit aller jusqu'à 30 degrés.

CHAPITRE X.

De la nature et des propriétés du Feu.

Ce qu'on appèle communément *feu*, n'est autre chose qu'un corps embrâsé, dont les parties se désunissent, et s'évaporent en fumée, en flamme, en vapeurs, etc : aux yeux d'un physicien,

physicien, cet embrâsement n'est que l'effet d'une cause qui s'est long-tems dérobée à nos recherches, mais de laquelle nous pouvons dire que nous avons aujourd'hui plus de connoissance que nous n'en avions auparavant : on convient unanimement aujourd'hui, que ce qui cause l'embrâsement des corps, est une vraie matière, mais qui a besoin d'être excitée pour agir ; et, comme la matière qui fait embrâser les corps, est capable de nous éclairer, et que celle qui les rend visibles, est capable de les embrâser ; il est assez raisonnable de penser que le principe du feu et celui de la lumière, sont une seule et même substance, mais différemment modifiée : comme principe de l'embrâsement, cette matière se nomme *calorique ;* comme principe de la clarté, elle se nomme *lumière.*

Examinons premièrement cette matière, comme cause de la chaleur et de l'embrâsement ; et voyons, 1°. quelle est sa nature ; 2°. quels sont les moyens d'exciter son action ; 3°. de quelle manière cette action se propage ; 4°. quels sont ses effets sur les corps ; 5°. quels sont les moyens d'augmenter son action, ou de la diminuer, ou même de la faire cesser.

De la nature du Feu.

Le principe du feu, est un fluide très-rare, très-subtil et très-élastique, non pesant, répandu dans toute la sphère de l'univers, qui

pénètre les corps avec plus ou moins de facilité, qui tend, lorsqu'il est libre, à se mettre en équilibre dans tous, et auquel on a donné successivement les noms de *principe inflammable*, *principe de la chaleur*, *matière de la chaleur*, et que les modernes ont appelé *le calorique*.

Ce fluide suffit pour échauffer les corps; mais seul, il ne suffit pas pour les brûler; il faut qu'il soit aidé par un autre fluide, qui est l'air pu. Le concours de ces deux fluides ne suffit même pas, si leur action n'est excitée par quelques moyens que les hommes seuls savent employer.

La matière de la chaleur est la cause de la fluidité des corps; c'est par son action que leurs parties s'écartent, se séparent les unes des autres, perdent leur adhérence, et reçoivent enfin cette mobilité respective, en quoi consiste leur fluidité; c'est par le ralentissement de son action ou par son absence, que les parties se rapprochent, adhérent les unes aux autres, se lient, et reprennent enfin la consistance qu'elle leur avoit fait perdre : nous pensons même qu'on peut dire que la matière de la chaleur est la seule substance fluide par elle-même; et que, sans elle, rien ne contrebalançant la tendance générale que toutes les parties de la matière ont les unes vers les autres, elles seroient unies toutes ensemble, de manière à ne former qu'un solide.

La matière de la chaleur est capable d'en-

tamer les corps les plus durs ; rien ne lui résiste, et elle résiste à tout : on peut la regarder comme un dissolvant universel ; propriété qui la distingue essentiellement de toutes les autres substances

La matière de la chaleur, ou le calorique, existe souvent, dans les corps, en deux états ; dans celui de combinaison, et dans celui de liberté : dans le premier état, cette matière ne cause aucune chaleur sensible à nos organes ; au contraire, dans l'état de liberté, elle excite une chaleur d'autant plus forte, qu'elle est plus abondante.

Dans le passage d'un corps de l'état solide à l'état fluide, il y a une grande quantité de chaleur qui est absorbée, en se combinant avec ce corps ; voilà pourquoi dans le moment du dégel, le froid est encore très-sensible ; la même chose arrive dans le passage de l'état fluide à celui des vapeurs : voilà pourquoi toutes les fois qu'une substance s'évapore de dessus, elle le refroidit ; le contraire arrive, c'est-à dire, qu'il y a de la chaleur produite, lorsqu'un corps passe de l'état de vapeurs à celui de fluide, ou de l'état de fluide à celui de solide.

Si donc, dans une combinaison, ou dans un changement d'état quelconque, il y a une diminution de chaleur, cette chaleur reparoîtra toute entière, lorsque les substances reviendront à leur premier état ; et réciproquement, si, dans la combinaison, ou le chan-

gement d'état, il y a une augmentation de chaleur libre, cette nouvelle chaleur disparoîtra dans le retour des substances à leur état primitif: ce principe est confirmé par l'expérience; et *Lavoisier* et *de la Place*, l'ont généralisé et étendu à tous les phénomènes de la chaleur, de la manière suivante : *toutes les variations de chaleur, soit réelles, soit apparentes, qu'éprouve un système de corps en changeant d'état, se reproduisent dans un ordre inverse, lorsque le système repasse à son premier état.*

Des moyens par lesquels on peut exciter l'action du feu.

Nous n'employons communément, pour exciter l'action du feu, qu'un de ces trois moyens; savoir : 1°. le choc, ou le frottement des corps solides; 2°. la fermentation ou l'effervescence; 3°. la réunion des rayons solaires.

Nous avons dit ci-devant que l'esprit-de-vin, jeté sur la glace, la refroidit, en la faisant fondre; l'esprit-de-vin, mêlé à l'eau, l'échauffe; deux effets, qui paroissent opposés, quoiqu'ils soient produits par la même cause; car, dans l'un et l'autre cas, c'est le mélange des deux mêmes substances : la différence de ces deux effets dépend de bien peu de chose; car, un degré de chaleur, de plus ou de moins, fait que l'eau, ou la liqueur, se glace. Or, cela vient de cette différence d'état : dans l'un et

l'autre cas, il y a pénétration mutuelle des deux substances ; ce qui chasse pour un tems une portion de la matière de la chaleur libre, et cause du refroidissement ; cette pénétration occasionne des frottemens, qui excitent l'action de la matière de la chaleur qui demeure, et élèvent de quelque degré la température : il y a donc là deux effets opposés, dont on n'apperçoit que l'effet du plus fort sur le plus foible : dans l'eau, la pénétration est très-prompte ; les frottemens sont donc alors assez vifs, pour faire plus que compenser la matière de la chaleur : en conséquence, la chaleur, excitée par les frottemens, surpasse le refroidissement causé par l'absence du calorique ; au contraire, dans la glace, la pénétration est lente, ainsi que les frottemens, qui, pour cette raison, ne produisent que peu d'effet ; la chaleur qu'ils excitent, n'est donc pas capable de compenser le refroidissement, causé par la perte du calorique libre qu'occasionne la pénétration ; de plus, il faut une assez grande quantité de nouveau calorique combiné avec la glace, pour la faire passer à l'état de liqueur : voilà pour quoi, dans ce cas-là, on n'apperçoit que du refroidissement.

La putréfaction est elle-même une vraie fermentation ; aussi, tous les corps qui se pourrissent, en se combinant avec la bâse de l'air pur, s'échauffent par l'état de liberté que prend son calorique. Du foin, serré avant d'être sec, peut fermenter, et s'échauffer au

point de s'embrâser, et de mettre le feu au grenier.

Les rayons solaires échauffent tous les corps qui sont exposés à leur action : ces rayons sont certainement composés de la matière de la chaleur animée, et mise en action par le soleil ; cette matière s'insinue donc entre les particules des corps, et ajoute à la quantité que ces corps en contenoient déja ; de-là résulte le degré de chaleur qui se fait sentir.

Les rayons solaires ne paroissent produire de la chaleur, que lorsqu'ils agissent sur quelques corps ; nous avons placé notre doigt tout près du foyer de la grande lentille de M. Trudaine, qui a 4 pieds de diamètre ; nous n'y avons pas senti plus de chaleur, que si nous en avions été éloignés de 20 pieds ; mais, lorsque nous plongions quelque corps dans ce foyer, il se répandoit tout autour une chaleur si vive, que notre visage la soutenoit à peine.

De la manière dont l'action du feu se propage.

Le calorique, combiné avec une substance quelconque, ne fait sentir aucune chaleur ; mais la chaleur devient d'autant plus grande, et ses effets se propagent d'autant plus rapidement, qu'il y a une plus grande quantité de calorique libre qui prend l'état de liberté : voyons donc ce qui fournit cette grande quantité de calorique libre dans la combustion des corps. Les corps ne peuvent brûler qu'en con-

tact avec l'air pur, parce que la combustion consiste dans la combinaison de la bâse de cet air, appelé *oxigène*, avec le corps combustible; or, l'air pur contient une grande quantité de calorique combiné avec sa bâse, avec l'*oxigène:* lors donc que son oxigène se combine avec le corps qui brûle, son calorique prend l'état de liberté, et se réunit à celui qui avoit déja occasionné le commencement de l'embrâsement; de-là résulte une augmentation de chaleur, qui dispose un plus grand nombre de particules du corps combustible à se combiner avec l'oxigène fourni par l'air qui se renouvèle; car, si ce renouvellement de l'air n'a pas lieu, la combustion cesse: ce nouvel oxigène, en se combinant avec le corps combustible, abandonne pareillement son calorique, lequel devenant libre, s'échappe avec les caractères qu'on lui connoît, c'est-à-dire, avec chaleur, lumière et flamme; et plus il y aura d'oxigène ainsi combiné et fixé dans un tems donné, plus aussi il y aura de calorique qui deviendra libre à-la-fois, et plus, par conséquent, l'embrâsement sera éclatant et rapide: il est maintenant aisé de voir pourquoi les progrès de l'inflammation se font toujours avec accroissement.

Dans toute combustion, il y a donc de l'air pur décomposé, du calorique dégagé et devenu libre, et par conséquent de la chaleur produite; mais une chaleur plus ou moins grande, suivant la nature du corps qui brûle;

car, suivant les expériences de *Lavoisier*, et de la *Place*, une once de charbon, en brûlant, consomme 4037,5 pouces cubes de gaz acide carbonique ; d'où il résulte qu'une once de charbon fournit 1 gros 8, 9145 grains de carbone, ou un peu moins d'un septième de son poids ; mais, comme la combinaison de la bâse de l'air pur ou de l'oxigène avec le carbone forme ici un nouveau fluide élastique, en se combinant avec une partie du calorique, il y a peu de chaleur produite ; au lieu que la chaleur qui se dégage de l'air pur, lorsque sa bâse se combine avec le phosphore qui brûle, est à-peu-près 2 $\frac{1}{3}$ fois aussi grande que lorsque cet air pur se change en gaz acide carbonique ; car, dans le premier cas, cette chaleur peut fondre 68 onces, et environ 5 gros de glace ; et dans le second cas, elle n'en peut faire fondre que 29 onces 4 gros.

Les corps combustibles sont donc ceux qui ont plus d'affinité avec l'oxigène, que n'en a ce dernier avec la matière de la chaleur ou le calorique : ce n'est donc point, comme on l'avoit cru, le calorique qui leur est combiné, qui les rend tels ; il est même probable que les corps les plus combustibles en contiennent très-peu, ou même point du tout, tels que le soufre et le phosphore.

Une réflexion frappante, dit Lavoisier, et qui vient à l'appui des précédentes, c'est que presque tous les corps peuvent exister dans trois états différens, ou sous forme solide, ou

sous forme liquide, c'est-à-dire fondus, ou sous forme de fluide élastique : ces trois états ne dépendent que de la quantité plus ou moins grande de calorique dont ces corps sont pénétrés, et avec lequel ils sont combinés : la fluidité et l'élasticité sont donc les propriétés caractéristiques de la présence du calorique et d'une grande abondance de calorique ; la solidité, la compacité au contraire sont les preuves de son absence ; autant donc il est prouvé que les substances aëriformes, et l'air lui-même, contiennent une grande quantité de calorique combiné, autant il est probable que les corps solides en contiennent peu.

Des effets du feu sur les corps.

Les principaux effets du feu sur les corps, consistent 1°. à les raréfier ; 2°. à les faire passer de l'état de solide à celui de fluide ; 3°. à les convertir en vapeur.

Les liqueurs se raréfient de même que les solides, en s'échauffant : celles que nous employons dans nos thermomètres nous en fournissent la preuve ; car, la chaleur ne fait monter le thermomètre, que parce qu'elle fait monter le volume de la liqueur qui le compose ; la cause de cet effet est toujours l'action de la matière de la chaleur, qui pénètre la masse, en désunit et en écarte les parties.

La raréfaction est plus ou moins prompte, suivant leurs différentes natures : il paroît que

ce sont les fluides qui ont le moins de densité, qui se raréfient le plus par le même degré de chaleur : le gaz hydrogène se raréfie plus que l'air ; l'air plus que l'esprit-de-vin, etc.

Une matière liquéfiee par l'action de la chaleur, continue de s'échauffer jusqu'au moment où elle bout, si elle est de nature à bouillir ; après quoi, elle ne s'échauffe plus, quelque long-tems qu'on la fasse bouillir ; mais sa masse finit par se convertir en vapeurs, d'autant plus aisément, qu'elle est moins chargée du poids de l'air : de l'eau, dans le vide, se vaporise à un très-petit degré de chaleur.

L'ébullition des liqueurs consiste dans le soulèvement d'une portion de la liqueur, occasionné par de grosses bulles d'un fluide très-transparent, qui se succèdent rapidement, en traversant la liqueur depuis l'endroit exposé au feu jusqu'à sa surface ; car, ces bulles ne partent jamais que de cet endroit-là. Qu'est-ce que c'est que ce fluide ? est-ce la matière de la chaleur ? il est bien certain que les liqueurs ne bouillent point sans chaleur ; mais il est certain aussi que la matière de la chaleur ne suffit pas pour les faire bouillir, puisque plusieurs substances ne bouillent jamais, quelque fortement qu'on les chauffe : il faut donc que ces bulles soient composées d'un autre fluide. Cet autre fluide est certainement une portion de la liqueur réduite en vapeurs, par la grande chaleur qu'elle éprouve ; de même qu'une goutte d'eau, jetée sur un fer chaud,

s'évapore promptement, en formant plusieurs bouillons, qui, s'ils étoient couverts d'eau chaude, au lieu de crever, s'enfonceroient dans la liqueur, et la soulèveroient : la preuve que ce fluide est une portion de la liqueur elle-même réduite en vapeurs, c'est que les métaux fondus ne bouillent jamais, parce qu'ils ne s'évaporent qu'à leur surface, et que ces vapeurs, qui tendent toujours à s'élever, ne peuvent pas traverser la masse : qu'on ne dise pas que c'est leur pesanteur qui s'oppose à leur soulèvement; car le mercure, qui est plus pesant que tous les métaux, excepté l'or et la platine, bout comme de l'eau, parce qu'il se réduit en vapeurs en dessous, et à l'endroit exposé au feu : mais ces mêmes métaux, qui seuls ne peuvent bouillir, bouillent très-fortement, si l'on y enfonce quelque substance capable de fournir des vapeurs, comme, par exemple, un morceau de bois : l'ébullition n'est donc pas seulement l'effet de la chaleur, mais encore celui d'une vapeur, qui traverse et soulève la liqueur; cette vapeur, en soulevant la liqueur, cause l'ébullition.

Nous venons de dire que les liqueurs ne s'échauffent plus, lorsqu'elles sont parvenues au terme de l'ébullition ; en voici la raison : c'est qu'alors la masse est assez raréfiée, pour permettre à la matière de la chaleur d'en sortir aussi librement qu'elle y entre ; de sorte que sa quantité ne peut plus augmenter.

Puisque l'ébullition est causée par une por-

tion de la liqueur réduite en vapeurs qui, en traversant la masse, se dissipent et passent dans l'air ; si l'on continue de faire bouillir cette liqueur, toutes ses parties s'évaporeront successivement, et jusqu'à siccité : c'est-là ce qui forme ces fluides élastiques non permanens, dont nous avons parlé ci-devant.

Mais si la dissipation d'une substance est subite, si toutes ces parties s'évaporent à-la-fois, elle fait une explosion violente, parce qu'en passant à l'état de fluide élastique, elle acquiert un volume prodigieux en comparaison de celui qu'elle avoit auparavant ; c'est ce qui arrive dans l'inflammation de la poudre à canon, ainsi que dans la fulmination de la poudre fulminante, de l'or et de l'argent fulminans : si l'on fait ces expériences de fulmination, il faut se tenir à l'écart, sur-tout si l'on fait usage de l'argent fulminant, découvert tout récemment par *Bertholet*, et auquel toutes les autres substances fulminantes ne peuvent pas être comparées. Il faut le contact d'un corps embrâsé pour faire fulminer la poudre à canon ; il faut faire prendre à l'or fulminant un degré de chaleur sensible pour qu'il fulmine ; tandis que le contact d'un corps quelconque, même froid, et quelque petit qu'il soit, suffit pour faire détonner l'argent fulminant : enfin, ce produit, une fois obtenu, ne peut plus être touché sans fulminer ; c'est un être vraiment *intactile*.

Par ce que nous venons de dire, il est aisé

de voir que les effets du feu sur les corps, peuvent se réduire à un seul, savoir: à les raréfier; car, la liquéfaction, ou la fluidité, n'est qu'une raréfaction plus grande que celle qui résulte d'un degré de chaleur insuffisant pour rompre l'adhérence des parties; et la vaporisation n'est qu'une raréfaction poussée jusqu'à son degré extrême.

Du Refroidissement.

Nous avons fait voir que l'*inflammation* augmente, lorsque le corps embrâsé se trouve uni à une quantité proportionnée de matière capable de s'embrâser aussi, parce qu'alors il se dégage de plus en plus du calorique combiné, et qui devient libre: la chaleur, au contraire, ne se communique point sans s'affoiblir, parce que, dans ce cas-là, il n'y a point de nouveau calorique dégagé; et celui qui étoit déja libre, ne fait que s'étendre dans un plus grand espace, et par-là devient plus rare dans le corps qui communique la chaleur: cette diminution de calorique dans ce corps, se nomme *refroidissement.*

Nous ne connoissons point de corps absolument froid; un tel corps seroit celui qui ne contiendroit point du tout de calorique dans l'état de liberté: or, on n'en a jamais trouvé de cette espèce. On ne connoît point le zéro de chaleur; le froid n'est donc qu'une moindre chaleur; il n'est par conséquent pas une quan-

tité positive, mais seulement relative. Tel corps est froid à l'égard de celui-ci, qui paroît chaud par rapport à celui-là. La glace dans laquelle on plonge un thermomètre, le fait descendre, s'il sort d'un air tempéré : elle le feroit monter, s'il sortoit d'un mélange de sel et de glace. Nous trouvons les caves chaudes en hiver, et froides en été, quoique leur température soit à-peu-près la même dans toutes les saisons ; cela vient de ce que, quand nous descendons dans ces souterrains, en hiver, nous sortons d'un air froid ; et en été d'un air chaud. Il est même possible que la même personne trouve la même substance chaude et froide dans le même instant : pour vous en convaincre, ayez soin de tenir une de vos mains bien froide, et l'autre bien chaude ; faites tirer un sceau d'eau de puits ; plongez-y vos deux mains : avec la main qui sera froide, vous trouverez cette eau chaude ; avec la chaude, vous la trouverez froide.

CHAPITRE XI.

De la nature et des propriétés de la lumière.

La lumière est un fluide qui, lorsqu'il agit sur nos yeux, nous fait passer subitement des ténèbres à la clarté ; qui nous fait, pour ainsi dire, sortir hors de nous-mêmes, pour aller au-devant des objets ; qui fait que nous pou-

vons les juger de loin; qui donne la couleur et l'éclat à toutes les productions de la nature et de l'art.

Ce fluide réside, comme intermède, entre le corps visible et l'organe qui l'apperçoit : il occupe, par lui-même et par son action, l'intervalle qui les sépare ; car un corps ne peut agir sur un autre corps, qu'en le touchant immédiatement, ou par le moyen d'une matière interposée. Ce qui rend les objets visibles, est donc une matière ; mais quelle est cette matière ? La lumière est capable d'embrâser les corps combustibles; le feu nous éclaire; il est donc raisonnable de penser qu'un seul et même fluide produit ces deux effets; aussi avons-nous dit que le principe du feu et celui de la lumière sont une seule et même substance, mais différemment modifiée. C'est le sentiment du docteur *S'gravesande :* il fait consister la différence de la lumière et de la chaleur, en ce que, pour produire la lumière, il faut que les particules de ce fluide se meuvent en ligne droite; et, pour produire la chaleur, il faut qu'elles aient un mouvement irrégulier. On en a la preuve par les rayons qui viennent immédiatement du soleil, et qui, quoique réunis en très-grand nombre dans un très-petit espace, par le moyen d'un verre ardent, ne produisent aucune chaleur sensible; tandis que, si on les fait tomber sur quelques corps qui les réfléchissent en toutes sortes de sens, il s'excite un degré de chaleur très-vif.

Mais, dira-t-on, si cela étoit, il ne devroit point y avoir de lumière sans chaleur, ni de chaleur sans lumière : nos sens ne sont pas suffisans pour décider cette question ; parce que la lumière est un fluide, qui peut être infiniment rare, et foible au point que nos yeux ne l'apperçoivent pas ; et la chaleur est susceptible d'une infinité de degrés, que nous ne pouvons pas mesurer ; car il n'y a point de chaleur qui soit sensible pour nous, si elle n'a en même tems plus d'intensité que celle des organes de nos sens ; et les corps ne manquent pas de chaleur absolue, quoiqu'ils nous paroissent froids ; puisque nous ne connoissons pas le zéro de chaleur : par-tout où il y a de la chaleur, il peut donc y avoir de la lumière, sans que nous l'appercevions ; et par-tout où il y a de la lumière, il peut y avoir de la chaleur, sans que nous la sentions. Après avoir déterminé la nature de la lumière, examinons maintenant, 1°. dans quel lieu elle réside, et comment elle se répand, de sa source, dans l'espace qu'elle éclaire ; en un mot, comment son action se propage ; 2°. quelles sont les directions qu'elle affecte de suivre dans ses différens mouvemens ; 3°. quels sont les obstacles qui peuvent la faire changer de direction, et quelles sont les routes qu'elle prend quand elle en change ; 4°. d'où résultent les couleurs qu'elle nous fait sentir ; 5°. quels sont ses effets, relativement à l'organe de la vue, et relativement aux instrumens d'optique.

De

De la propagation de la lumière.

La manière dont la lumière se propage, est un mystère qui ne nous est pas encore dévoilé. Suivant Descartes et Huyghens, la propagation de la lumière se fait par *pression ;* et suivant Newton, elle se fait par *émission.*

Les premiers supposent donc que la matière de la lumière est un fluide immense, dont les parties très-petites, parfaitement dures et en forme de globules, remplissent sans interruption toute la sphère de l'univers. Tous les corps lumineux par eux-mêmes, tels que le soleil, les étoiles, et tous les corps qui s'enflamment, animent cette matière, non en la transportant d'un lieu dans un autre, mais seulement d'un mouvement de vibration, à-peu-près semblable à celui qui produit le son. En conséquence, ils ont soutenu que l'action de la lumière se transmet au plus grand éloignement dans un instant indivisible.

Les Newtoniens prétendent que la lumière est une émanation réelle des corps lumineux; que, par conséquent, le soleil, les étoiles, un flambeau allumé, etc. lancent continuellement autour d'eux des rayons de leur propre substance. Selon eux, ces rayons sont composés de parties qui se succèdent et se renouvèlent perpétuellement dans le même lieu, et avec toute la vîtesse de la gravitation de la lumière; de sorte que, les parties qui nous éclairent dans

ce moment, ne sont pas celles qui nous éclairoient l'instant d'auparavant, ni celles qui nous éclaireront l'instant suivant. Il faut donc que cette matière coule avec une rapidité dont rien n'approche, et que ses parties se dilatent et s'étendent au point d'occuper des espaces immenses, eu égard au petit espace qui les contenoit, et au peu de tems qu'elles mettent à se répandre : car, suivant l'observation faite par Dominique Cassini, en 1675, du retardement des émersions des satellites de Jupiter, la lumière n'emploie qu'environ huit minutes à parvenir du soleil à nous; elle doit donc parcourir plus de 72400 lieues par seconde de tems; vîtesse inconcevable, et à laquelle l'imagination même ne se prête pas. En effet, lorsque la terre approche de Jupiter, les émersions des satellites de cette planète, nous paroissent commencer plutôt; au-lieu que, lorsque la terre s'éloigne de Jupiter, leurs émersions arrivent de plus en plus tard, s'éloignant beaucoup, dans les deux cas, du tems marqué par les tables; ce qui provient, selon toute apparence, de ce que la lumière solaire, que les satellites nous réfléchissent, a, dans un cas, plus de chemin à faire que dans l'autre, pour parvenir du satellite à nos yeux; et ce plus grand chemin est le diamètre de l'orbe annuel de la terre.

La propagation de la lumière n'est donc point instantanée, comme l'a prétendu Descartes : à cet égard, son sentiment est insoutenable;

mais, si l'on convient, comme on doit le faire, que les globules de lumière ne sont pas parfaitement durs, mais qu'ils sont flexibles et élastiques, ce qui est essentiel pour qu'ils puissent être réfléchis; et de plus, qu'ils n'ont pas une contiguité parfaite, ce qui est plus que probable; cela suffira pour causer ce retardement, qu'on observe dans la propagation de la lumière. Il est vrai qu'on objecte encore à Descartes qu'il n'y auroit point d'obscurité, parce qu'un mouvement de pression se communique en tout sens; mais on peut répondre qu'en effet il n'y en a jamais de parfaite; car, dans la nuit la plus obscure, quelqu'un qui est depuis quelque tems dehors, voit assez pour se conduire, et apperçoit très-bien les obstacles qui s'opposent à son passage. Le systême de Descartes corrigé, pourroit donc bien valoir dans cette occasion celui de Newton, d'autant plus que ce dernier exige, comme nous venons de le voir, dans le mouvement de la lumière, une vîtesse inconcevable : d'ailleurs, il n'est pas facile d'expliquer, par ce dernier systême, pourquoi la lumière cesse subitement, dès que le corps lumineux disparoît; puisqu'un moment après que ce corps a disparu, les corpuscules qu'il a lancés, existent encore autour de nous, et doivent conserver une bonne partie du mouvement prodigieux qu'ils ont reçu de la part du corps lumineux.

Il faut donc avouer que ces deux opinions de Descartes et de Newton, ne sont démon-

trées ni l'une ni l'autre ; et la plus sage réponse à la question de la propagation de la lumière seroit peut-être de dire que nous n'en savons rien. Au reste, soit qu'on pense, avec Descartes, que la propagation de la lumière se fait par pression, soit qu'on croie, avec Newton, qu'elle se fait par émission, il en résulte les mêmes phénomènes ; ainsi, chacun pourra choisir celui des deux sentimens qui lui plaira le plus. Nous ne devons cependant pas dissimuler une chose qui milite en faveur de l'opinion de Descartes ; il est reconnu par tous les physiciens, que nous ne pouvons rien voir que par le moyen de la lumière. Cependant, tous les corps qui deviennent phosphoriques (et ils sont en très-grand nombre), ne sont pas réputés *corps lumineux*, et sont pourtant capables de nous éclairer : il existe donc d'autre lumière que celle qui émane des corps lumineux.

Des directions que suit la lumière, dans ses différens mouvemens.

Les mouvemens de la lumière ressemblent à ceux des autres corps ; elle suit, tant qu'elle peut, la première impulsion reçue ; elle s'étend en lignes droites, tant qu'elle ne rencontre pas d'obstacles, ni de nouveau milieu qui en change la direction : ces lignes droites, suivant lesquelles elle ou son action se propage, sont

ce qu'on nomme ses rayons : ce principe est le fondement de l'*optique*.

L'optique, dans le sens le plus strict, est proprement la science qui a pour objet les effets de la lumière directe, et par conséquent, la science de la vision directe.

Des principes de l'Optique.

Comme nous avons suffisamment traité de cette partie si curieuse et si intéressante de la physique, qu'on nomme l'optique, dans le premier volume de cette collection, nous n'en parlerons ici que d'une manière très-succincte et très-rapide.

Chaque point visible d'un objet pouvant être apperçu de tous côtés, on doit le concevoir, comme le centre commun d'une infinité de rayons de lumière, transmis, ou réfléchis : c'est pourquoi on le nomme *point radieux*.

Nous voyons les objets par deux sortes de rayons ; nous voyons chaque point d'un objet par une pyramide de rayons divergens ; et nous voyons l'objet entier par la convergence à notre œil de toutes ces pyramides.

Puisque les rayons de lumière s'étendent, tant qu'ils peuvent, en lignes droites, et que la vision se fait dans cette direction, quand ces lignes sont interrompues par quelqu'obstacle, la vision n'a pas lieu. *Cet obstacle produit une ombre, d'autant plus grande, qu'il est plus près de l'objet visible.*

Si la sphère du corps lumineux est plus grande que celle du corps opaque qui occasionne l'ombre, *cette ombre a la forme d'un cône*, dont la base est appuyée sur le corps opaque, et la pointe ou le sommet, est à l'extrémité de l'ombre; car, alors, les rayons qui terminent l'ombre du corps opaque, sont convergens entr'eux, et tendent à se réunir en un point commun; telle est l'ombre de la terre éclairée par le soleil.

Quand la sphère du corps lumineux est plus petite que celle du corps opaque, *l'ombre a la figure d'un cône tronqué.*

Si la sphère du corps lumineux, et celle du corps opaque, sont de la même grandeur, l'ombre *est cylindrique*, et s'étend, pour ainsi dire, à l'infini.

Tout corps opaque jète une ombre dans la même direction que celle des rayons de lumière; c'est-à-dire, vers la partie opposée à la lumière. C'est pourquoi, à mesure que le corps lumineux, ou le corps opaque, change de place, l'ombre en change également.

Tout corps opaque jète autant d'ombres différentes, qu'il y a de corps lumineux qui l'éclairent.

Plus est grande l'intensité de la lumière du corps lumineux, plus l'ombre est épaisse ou obscure; ainsi l'épaisseur de l'ombre se mesure par les degrés de lumière dont cet espace est privé: ce n'est pas que l'ombre, qui est une privation de lumière, soit plus forte pour

un corps que pour un autre, mais c'est que, plus les environs de l'ombre sont éclairés, plus on la juge épaisse, par comparaison. On distingue deux sortes d'ombres, l'ombre droite, et l'ombre renversée : l'ombre droite, est celle que jète un corps sur un plan horizontal ; l'ombre renversée, est celle que jète un corps sur un plan vertical.

On appèle *angles optiques*, ou *visuels*, ceux qui sont formés par les rayons, qui, partant des extrémités d'un objet, viennent converger à notre œil : on cesse ordinairement de voir un objet non lumineux par lui-même, si les angles d'optique ont moins d'une minute de degré; mais les corps lumineux se voient sous des angles beaucoup plus petits: aussi voyons-nous très-bien les étoiles, quoiqu'elles n'aient pas une seconde de degré de diamètre apparent.

Des principes de la Catoptrique.

La catoptrique est une science, qui a pour objet les effets de la lumière réfléchie. L'expérience prouve que la lumière, lorsqu'elle se réfléchit, *fait toujours l'angle de la réflexion parfaitement égal à celui de son incidence.*

Puisque l'angle de la réflexion de la lumière est toujours égal à son angle d'incidence, cela prouve que les parties, qui causent sa réflexion, ont un ressort parfait. Comme on ne peut pas attribuer cette perfection de ressort aux sur-

faces des corps, on croit que ce ne sont pas les parties propres des surfaces qui réfléchissent la lumière ; Newton a pensé qu'elle est réfléchie par une puissance réfléchissante, qui se trouve en devant de la surface du corps : il dit (page 312 de son optique) que la réflexion d'un rayon de lumière est produite, non par un point particulier du corps réfléchissant, mais par quelque puissance du corps, qui est également répandue sur toute sa surface, et par laquelle le corps agit sur le rayon sans le toucher immédiatement.

Il n'y a certainement rien de plus ressemblant aux *qualités occultes*, que cette *puissance réfléchissante*. Mais c'est ainsi qu'on raisonne, lorsqu'on n'a pas le courage d'avouer qu'on ignore la cause d'un fait. Ne pourroit-on pas dire que la lumière est réfléchie par les parties même de la lumière, encadrées dans les pores des corps; car, les corps les plus denses, tels que l'or, ont, suivant Newton lui-même, dans leurs contextures, plus de vide, que de parties solides. Leur surface peut donc être regardée comme un réseau, dont les petites mailles sont remplies de la matière de la lumière : la facilité avec laquelle la plupart des corps deviennent phosphoriques, semble le prouver.

Cette loi générale que la lumière fait toujours son angle de réflexion égal à son angle d'incidence, est le fondement de toute la catoptrique : cette loi seule suffit, pour rendre

raison de tous les phénomènes ; toutes les autres lois n'en sont que des suites et des applications.

Ayant traité suffisamment de la catoptrique dans le premier volume, il nous faut seulement donner ici une idée de toutes les sortes de miroirs. On appèle *miroir* un corps dont la surface est assez bien polie, pour réfléchir avec régularité la plus grande partie des rayons de lumière qu'elle reçoit, et pour représenter l'image des objets qu'on met au-devant ; tels sont les miroirs de métal, et ceux de glace étamée : ces derniers sont d'un usage plus fréquent, parce qu'ils sont d'un poli plus beau et plus durable ; mais ils ont un défaut qui ne permet pas de les employer dans les instrumens de catoptrique, tels que les télescopes, et, où l'on a besoin d'une grande précision : ce défaut est de donner presque toujours deux images du même objet ; l'une foible, par la surface antérieure, et l'autre beaucoup plus forte, par l'étain qui couvre la surface postérieure.

On peut diviser les miroirs, en *miroirs plans*, *miroirs convexes*, *miroirs concaves*, et *miroirs mixtes*. Parmi les miroirs plans, on peut placer les *prismatiques* et les *pyramidaux* : car ils ne sont composés que de surfaces planes, inclinées les unes aux autres : parmi les miroirs concaves, on peut placer les elliptiques et les paraboliques, dont les surfaces sont composées de lignes courbes, comme le sont celles des

concaves ; les *miroirs mixtes* sont les *cylindriques* , et les *coniques* , dont les surfaces sont composées de lignes droites dans un sens , et courbes dans l'autre. Disons un mot de chacun de ces miroirs, et de la manière dont ils représentent les images des objets placés devant eux.

Les miroirs plans ne changent rien aux figures des images , non plus qu'à leurs grandeurs apparentes. Pour expliquer avec la plus grande facilité , les phénomènes des objets vus dans un miroir plan , on n'a besoin que de ce seul principe : l'*image d'un objet , vu dans un miroir plan , est toujours dans la perpendiculaire menée de l'objet à ce miroir , et prolongée derrière ; et cette image est autant en-delà du miroir que l'objet est en deçà.* Avec le secours de ce principe et des premiers élémens de la géométrie , on trouvera facilement la résolution de toutes les questions qu'on peut proposer sur cette matière.

L'égalité des angles d'incidence et de réflexion dans les miroirs, fournit une méthode pour mesurer des hauteurs inaccessibles , au moyen d'un miroir plan. Placez pour cela votre miroir horizontalement , comme en C (fig. 1 n°. 8 de l'Atlas) , et éloignez-vous en , jusqu'à ce que vous y puissiez appercevoir , par exemple , la cime d'un arbre , dont le pied répond bien verticalement au sommet : mesurez l'élévation verticale E D de votre œil au-dessus de l'horizon , ou du plan du miroir ,

ainsi que la distance B C du pied de l'arbre à ce même point : enfin cherchez une quatrième proportionnelle B A aux lignes E C, E D, et B C; et ce sera la hauteur cherchée: enfin l'égalité des angles d'incidence A C B, et de réflexion D C E rend semblables les triangles A C B, D C E, qui sont rectangles en B et en E; d'où il suit que ces triangles ont leurs côtés homologues proportionnels, et qu'ainsi E C est à E D dans le même rapport, que B C est à B A, hauteur cherchée.

Du Miroir prismatique.

Le miroir prismatique est composé de miroirs plans, inclinés les uns aux autres, et qui ont chacun la figure d'un parallélogramme; tel est le miroir représenté (figure, 2 n°. 9 de l'Atlas) (1): ce miroir a la propriété de rassembler dans une seule image, et sans interruption, plusieurs objets, ou plusieurs parties d'un même dessin dispersées et séparées par des espaces, qui sont, ou vides, ou remplis, par d'autres figures, qui ne se représentent point dans le miroir : supposons, par exemple que le miroir soit composé de quatre faces élevées perpendiculairement autour d'une bâse *d k a b* (figure 3, n°. 9 de l'Atlas); l'œil

(1) Voyez les n°s. 9 et 10 de l'Atlas, pour les figures suivantes.

placé à une certaine distance, comme E en C, et élevé d'un pied, ou environ, au-dessus du plan qui porte le miroir, appercevra, par les rayons *s t*, *r b*, *q b*, *p a*, etc. réfléchis des points *t*, *b*, *a*, etc. vers C, tout ce qui sera dessiné dans les bandes *s r b t*, *q b a b*, *i m k a*, ou *d k*: et tout ce qui ne s'y trouvera pas renfermé, ne se verra point dans le miroir, si l'œil ne se porte ni à droite, ni à gauche: on pourra donc remplir d'objets étrangers au dessin tous les espaces qui se trouvent entre ces bandes; et déguiser par ce moyen la figure dont le miroir doit représenter l'image, et dont les parties sont séparées par ces espaces; ce qui rend ces figures difficiles à deviner, sans le secours du miroir.

Du Miroir pyramidal.

Le miroir pyramidal est composé de miroirs plans, triangulaires, inclinés les uns aux autres, de manière que les sommets de tous les triangles ont un point commun de réunion, lequel forme le sommet de la pyramide; tel est le miroir représenté (fig. 4, n°. 9 de l'Atlas): ce miroir a, de même que le prismatique, la propriété de rassembler dans une seule image, et sans interruption, plusieurs objets dispersés et séparés par des espaces, qui sont ou vides, ou remplis par d'autres figures, qui ne se représentent point dans le miroir. Supposons, par exemple, que le miroir soit composé de qua-

tre faces triangulaires et que *a b c d* (fig. 5, n°. 9 de l'Atlas) représente la bâse du miroir : ce qui se trouvera dessiné dans les espaces triangulaires A B C D, sera représenté dans les parties correspondantes *a b c d* de la bâse ; et l'image ne comprendra rien de ce qu'on pourroit avoir ; mais dans les espaces E F G H, pour interrompre le dessin, et empêcher qu'on n'apperçoive les rapports que ses parties ont entr'elles. Il faut observer que les rayons réfléchis *g h*, *h g*, *i g*, etc. fig. 6, font voir à l'œil G, placé dans le prolongement de l'axe de la pyramide, les points A, B, C, etc. de l'objet dans un ordre opposé *c*, *b*, *a*, à celui qu'ils ont sur le dessin ; de sorte que le point A, le point D, etc. vont se réunir pour former le centre de l'image : il faut donc que toutes les parties de la figure, qui sont renfermées dans chacun des triangles 1, 2, 3, 4 (figure 7, n°. 9) soient placées à contre-sens, afin que l'image, apperçue dans un miroir, représente son objet au naturel.

Du Miroir convexe.

La surface des miroirs convexes est assez ordinairement spherique ; ces miroirs ont la propriété d'éparpiller les rayons de lumière qu'ils réfléchissent ; car, ils rendent divergens ceux qui sont parallèles ; ils augmentent la divergence de ceux qui sont déja divergens ; et ils diminuent la convergence de ceux qui sont

convergens ; quelquefois ils les rendent parallèles ou divergens.

Les miroirs convexes, de même que les miroirs plans, font voir l'image derrière eux, et dans une situation conforme à celle de l'objet ; mais cette image, 1°. est plus petite que l'objet : soit l'objet C D (fig. 8, n°. 9 de l'Atlas) placé devant le miroir convexe *a b* : les deux rayons C *e*, et D *d*, qui embrassent les extrémités de l'objet, et qui, sans l'interposition du miroir, iroient se converger en *f*, sont réfléchis moins convergens, et vont se réunir en *i*, en formant ensemble un angle plus aigu : il faut donc voir l'image *g h* sous une plus petite dimension ; et d'autant plus petite que l'objet est plus loin du miroir ;

2°. Cette image se trouve plus près derrière le miroir, que l'objet n'est placé par devant : soit *g* (fig. 9, n°. 9 de l'Atlas) un point quelconque d'un objet d'où part un faisceau de rayons divergens, qui vont tomber sur le miroir ; ces rayons sont réfléchis, plus divergens, et ont, par conséquent, leur point de réunion *g* plus rapppoché ; ce qui fait voir l'image plus près derrière le miroir, que l'objet ne l'est par devant ; et ces effets augmentent proportionnellement à la convexité du miroir : nous verrons bientôt que les miroirs concaves ont des foyers réels : les miroirs convexes n'ont qu'un foyer virtuel ; et ce foyer est derrière le miroir, à une distance de ce miroir, égale à la moitié du rayon de sa convexité.

L'image d'un objet d'une certaine grandeur et droit, placé parallèlement ou obliquement à la surface d'un miroir convexe, se représente, dans ce miroir, sous une figure courbe; parce que les différens points de cet objet ne sont pas tous à égales distances de la surface du miroir.

Du Miroir concave.

La surface des miroirs concaves est ordinairement sphérique, quoique ce ne soit pas la meilleure courbure qu'on puisse lui donner; mais les autres courbures seroient trop difficiles à obtenir de l'adresse des ouvriers. On en fait cependant quelquefois, mais rarement, d'elliptiques et paraboliques, dont nous parlerons ci-après: occupons-nous d'abord du sphérique.

Les miroirs concaves ont la propriété de rassembler les rayons de lumière qu'ils réfléchissent; car, ils rendent convergens ceux qui sont parallèles; ils augmentent la convergence de ceux qui sont déja convergens; et ils diminuent pour le moins la divergence de ceux qui sont divergens; quelquefois ils les rendent parallèles ou même convergens; et tous ces effets augmentent proportionnellement à la concavité du miroir.

Le point où les rayons se réunissent, s'appèle foyer; mais ce foyer n'est pas le même pour toutes sortes de rayons incidens: les

rayons parallèles, tels que *a*, *b*, *d*, *e*, (fig. 10, n°. 9 de l'Atlas) sont réfléchis par le miroir concave M O, et vont se réunir au point F, distant du miroir d'une quantité égale au quart du diamètre de la sphère dont ce miroir est une partie : c'est ce point qu'on appèle le *foyer des rayons parallèles*, ou *le vrai foyer du miroir*. Les rayons convergens, tels que *f*, *g*, *h*, *i*, sont réfléchis plus convergens, et vont se réunir entre le foyer des rayons parallèles et le miroir, comme, par exemple, en K : enfin, les rayons divergens, et qui partent d'un point plus éloigné du miroir, que le foyer des rayons parallèles, tels que R *m* R *o*, sont réfléchis convergens, et vont se réunir au-delà du foyer des rayons parallèles, comme, par exemple, en P; mais si le point de divergence de ces rayons étoit plus près du miroir, que le foyer des rayons parallèles; si, par exemple, ils partoient du point K, ils seroient réfléchis divergens, et iroient, l'un, de G vers F, et l'autre, de I vers H.

Le foyer des rayons parallèles est donc au quart du diamètre de la sphéricité du miroir; le foyer des rayons convergens est plus près du miroir, que celui des rayons parallèles; et le foyer des rayons divergens, en est plus éloigné.

C'est sur la propriété qu'a le miroir concave de représenter l'image de l'objet au devant de lui, et non par derrière, lorsque cet objet

est

est placé plus loin du miroir, que le foyer des rayons parallèles; c'est sur cette propriété, disons-nous, qu'est fondée la construction des télescopes catadioptriques; car, dans ces instrumens, nous ne voyons autre chose que l'image formée en devant du miroir.

Du Miroir elliptique.

La surface d'un miroir elliptique, est celle d'un sphéroïde elliptique : la propriété de ce miroir, qui, de même que l'ellipse, a deux foyers, est de réfléchir à l'un de ses foyers tous les rayons qui partent de l'autre, de façon que, si l'on met, par exemple, à l'un de ses foyers, une bougie allumée, sa lumière se rassemble à l'autre foyer.

Du Miroir parabolique.

La surface d'un miroir parabolique, est celle d'un conoïde parabolique : la propriété de ce miroir, est que les rayons qui partent de son foyer, et qui tombent sur sa surface, sont réfléchis parallèlement à son axe; et réciproquement, les rayons qui viennent, parallèlement à l'axe du miroir, tomber à sa surface, comme, par exemple, ceux du soleil, sont réfléchis à son foyer; d'où il suit qu'un tel miroir, s'il étoit bien fait (ce qui est très-difficile) seroit un très-bon miroir ardent.

Du Miroir cylindrique.

La surface réfléchissante d'un tel miroir, est cylindrique : tel est le miroir représenté (fig. 11, n°. 9 de l'Atelas); la surface de ce miroir est composée de lignes droites dans le sens de sa hauteur A B, et de lignes circulaires dans le sens de sa largeur C D ; c'est pour cela qu'on le nomme *miroir mixte*.

Ce miroir a la propriété de produire tout-à-la-fois les effets des miroirs plans, et ceux des miroirs convexes. Supposons *g f* (figure 12, n°. 9 de l'Atlas) sa hauteur : un objet A E, étant couché devant ce miroir, tous les rayons, partant des points A, B, C, D, E, tombant sur la surface *g f* du miroir, et étant réfléchis vers l'œil *o*, devroient représenter les images de ces différens points en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, comme le feroit un miroir plan: la dimension, dans ce sens-là, ne doit donc pas être changée; mais comme, dans l'autre sens, le miroir est courbé, supposons que *q t y* (figure 13, n°. 10 de l'Atlas) représente sa largeur; les rayons A *g*, L *r*, M *s*, N *t*, O *x*, P *z*, F *y*, étant réfléchis vers l'œil *z*, font voir tous ces points A, L, M, N, etc. de l'objet dans l'espace *a f*; ce qui diminue beaucoup, dans ce sens-là, la dimension de l'image, propriété du miroir convexe. Il doit arriver la même chose à tous les points visibles, qui sont dans les autres lignes B Q

G, C R H, D T I, E S K, concentriques à la surface du miroir. Il faut donc que ces parties soient très-étendues dans le dessin, pour que l'image ressemble à quelque chose de connu.

Et, comme le miroir convexe fait voir l'image derrière le miroir, plus près que l'objet n'est par devant, cette image, au lieu d'être couchée en *a f* (figure 13, n°. 10 de l'Atlas), comme nous l'avons dit ci-dessus, se trouve relevée, comme *e g*, et par conséquent rapprochée : autre propriété du miroir convexe.

Et si l'œil s'éléve, comme en *k*, la hauteur de l'image augmente de la quantité *g h*; parce que l'angle visuel devient par-là moins aigu.

Du Miroir conique.

La réfléchissante d'un tel miroir a la forme d'un cône : tel est le miroir représenté (figure 14, n°. 10 de l'Atlas) : la surface de ce miroir est composée de lignes droites dans le sens de sa hauteur A B, et de lignes circulaires dans le sens de sa largeur C D; mais de façon que toutes les lignes droites ont un point commun de réunion A, lequel forme le sommet du cône; ce sont ces lignes de différentes espèces, qui ont fait donner à ce miroir le nom de *miroir mixte*. Ce miroir a, de même que le miroir cylindrique, la propriété de produire tout-à-la-fois les effets des miroirs plans et ceux des miroirs convexes.

Comme la courbure du miroir augmente de plus en plus, en approchant de la pointe du cône, puisque les cercles qui le composent vont toujours en diminuant de diamètre, il s'ensuit que, ce qui est le plus étendu dans l'objet, est le plus resserré dans l'image : voilà pourquoi ces objets sont très-difficiles à reconnoître, sans le secours du miroir : on ne se douteroit pas, par exemple, que le carton noirci (fig. 15, n°. 10 de l'Atlas) doit représenter dans le miroir un as de pique à quelqu'un qui met son œil dans le prolongement de l'axe du cône : les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, etc. de la circonférence intérieure forment les extrémités de l'image ; et les points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, de la circonférence extérieure, vont se réunir au centre de l'image presque dans un point unique. Ces deux derniers miroirs, le cylindrique et le conique, ne sont d'aucune utilité ; ils ne sont que curieux.

Fin du Tome troisième.

TABLE

DES CHAPITRES

Contenus dans ce volume.

SUITE *du Supplément à l'Analyse abrégée des connoissances humaines.* Page 1
Des arts libéraux. De l'Éloquence. ibid.
De la Rhétorique. 3
Des parties de la Réthorique. ibid.
Des lieux oratoires intérieurs. 4
Définition de la vraie valeur, tirée de l'oraison funèbre de Turenne, par Fléchier. ibid.
Exemple pris dans l'éloge de Descartes, par Thomas. 6
Exemple tiré de la tragédie de Brutus. 7
Des Circonstances. ibid.
Discours d'Antoine dans la mort de César. ibid.
Des lieux oratoires extérieurs. ibid.
Exemple d'une imitation. 8
De la disposition. ibid.
De la Confirmation. 10
De la Péroraison. ibid.
De l'Élocution et de ses parties. 11
Du Style sublime. 12
Du Sublime des images. ibid.
Du Sublime des pensées. ibid.

Sublime des sentimens. ibid.
Sublime des paroles. 13
Des Figures. 15
De l'Antithèse. ibid.
Du Poëme de la religion. ibid.
De l'Apostrophe. 16
De la Concession. ibid.
De la Correction. ibid.
De la Description. 17
Exemple d'une démonstration. ibid.
Exemple d'une étopée. Caractère de Cromwel. 18
Exemple de la prosographie. Portrait de Boccaris mourant. ibid.
De l'Exclamation. 19
De l'Imprécation. ibid.
De la Prosopopée. 20
De la Réticence. ibid.
Exemple pris dans Phèdre. ibid.
De la Prétermission. ibid.
De la Sustentation. 21
Madame Déshoulières à madame Dussé. ibid.
Des figures de mots. ibid.
De la Métaphore. 22
De l'Allégorie. ibid.
De l'Hyperbole. 23
De l'Ironie. ibid.
De l'Allusion. 24
De la Conjonction et de la Disjonction. ibid.
De la Périphrase. 25
De la Répétition. 26
De la Poésie. 27

De la Césure. 29
De la Rime. 31
Des Images dans la Poésie. 33
Second et dernier Supplément à l'Analyse générale des connoissances humaines. 44
De la Géologie ou Géographie physique, contenant un coup-d'œil philosophique sur le globe terrestre et sur ce qu'il renferme. ibid.
De l'Hydrographie. 69
Physique générale et particulière. 173
Synonymie ancienne et nouvelle, par ordre alphabétique. 178
Synonymie nouvelle et ancienne, par ordre alphabétique. 199
Physique générale et particulière, ou Principes de Physique, fondés sur les connoissances les plus certaines. 221
CHAPITRE PREMIER. *Des propriétés générales des corps.* 222
Étendue. 223
Divisibilité. 224
Figurabilité. 225
Impénétrabilité. 226
Porosité. 228
Raréfactibilité. 234
Condensabilité. 235
Compressibilité. 236
Élasticité. 241
Dilatabilité. 247
Mobilité. ibid.
De l'Inertie. ibid.

CHAP. II. *Du mouvement et de ses lois.* 249
Force motrice. 250
Force morte. 251
Force vive. 252
CHAP. III. *Mouvement de projection.* 258
CHAP. IV. *Des phénomènes des tuyaux capillaires.* 262
CHAP. V. *Des Pompes.* 272
Résumé de toutes les lois du mouvement relativement aux corps solides. 288
Lois du Mouvement. ibid.
Lois du Mouvement composé. 289
Loi du Mouvement simple. ibid.
Pesanteur et équilibre des Solides plongés dans les Fluides. 303
CHAP. VI. *De la Mécanique statique.* 310
Du Levier. 313
Des Roues. 322
Du Treuil. 325
Du Cabestan. 326
Du Cric. 330
Du Plan incliné. 331
Du Coin. 332
De la Vis. 333
De la Vis sans fin. 334
De la Vis d'Archimède. 335
Des résistances qu'éprouvent les machines, lorsqu'elles sont prêtes à se mouvoir. 337
CHAP. VII. *Des fluides élastiques.* 338
Table méthodique des fluides élastiques. 350
Bâses des fluides élastiques. 352
Composition des Acides, etc. 354

Classe première. Fluides élastiques vivifians. 356
I. *Air atmosphérique.* ibid.
II. *Air pur ou vital, appelé gaz oxigène.* 358
Classe deuxième. Fluides élastiques suffoquans. 366
Ordre premier. Gaz non salins. ibid.
Gaz azotique. ibid.
Gaz nitreux. 369
Gaz muriatique oxigéné. 371
Ordre deuxième. Gaz salins. 374
Gaz acide carbonique. ibid.
Gaz acide muriatique. 378
Gaz acide sulfureux. 380
Gaz acide fluorique. 382
Gaz ammoniacal. 384
Ordre troisième. Gaz inflammables ou hydrogènes. 387
Gaz hydrogène pur. 392
Gaz hydrogène sulfuré. 396
Gaz hydrogène phosphoré. 397
Gaz hydrogène carboné. 398
Gaz hydrogène carbonique. 399
Gaz hydrogène des marais 400
CHAP. VIII. *Des propriétés de l'air.* 401
L'air considéré en lui-même. 402
L'air considéré comme Atmosphère. 418
L'Atmosphère considérée comme un fluide en repos. 419
Des Météores. 424
L'Atmosphère considéré comme un fluide agité. 430

Des Vents. ibid.
CHAP. IX. *Des propriétés de l'eau.* 434
L'Eau considérée dans l'état de liqueur. 435
L'Eau considérée dans l'état de vapeur. 443
L'Eau considérée dans l'état de glace. 444
CHAP. X. *De la nature et des propriétés du Feu.* 448
De la nature du Feu. 449
Des moyens par lesquels on peut exciter l'action du feu. 452
De la manière dont l'action du feu se propage. 454
Des effets du feu sur les corps. 457
Du Refroidissement. 461
CHAP. XI. *De la nature et des propriétés de la lumière.* 462
De la propagation de la lumière. 465
Des directions que suit la lumière, dans ses différens mouvemens. 468
Des principes de l'Optique. 469
Des principes de la Catoptrique. 471
Du Miroir prismatique. 475
Du Miroir pyramidal. 476
Du Miroir convexe. 477
Du Miroir concave. 479
Du Miroir elliptique. 481
Du Miroir parabolique. ibid.
Du Miroir cylindrique. 482
Du Miroir conique. 483

Fin de la Table des chapitres.